



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

División de Estudios de Posgrado

Programa Institucional de Maestría

Área Temática en Ecología y Conservación

**Distribución actual y potencial del murciélago amarillo *Rhogeessa
mira* en la Depresión del Balsas, Michoacán, México.**

Tesis

**Para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias Biológicas**

P R E S E N T A:

Biol. Mario Manuel Suárez Suárez

DIRECTOR DE TESIS:

Doctor en ciencias biológicas Juan Manuel Ortega Rodríguez.

CODIRECTOR DE TESIS:

Doctoren ciencias Joaquín Arroyo-Cabrales



Morelia, Michoacán, Agosto de 2014

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento por parte de la CONABIO al proyecto: *“Mapas de distribución del murciélago amarillo del Balsas (R. mira), endémico a Michoacán”*.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
PREGUNTAS DE INVESTIGACION	7
HIPOTESIS DEL TRABAJO	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS	7

CAPÍTULO I

Distribución actual y potencial del murciélagos amarillo *Rhogeessa mira* en la Depresión del Balsas, Michoacán, México.

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Depuración de la información.....	10
Criterio de selección de la región de estudio	11
Descripción de la región de estudio.....	13
Selección de variables	19
Trabajo de campo	21
Modelaje con MaxEnt.....	23
Modelaje con distancias ambientales.....	24
Evaluación de los modelos de distribución.....	25
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES.....	35
REFERENCIAS.....	37

CAPÍTULO II

Análisis de las especies de murciélagos que comparten hábitat con *Rhogeessa mira* en la Depresión del Balsas, Michoacán, México.

RESUMEN.....	41
INTRODUCCIÓN.....	43
MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
Área de estudio	44
Trabajo de campo	45
Análisis de los datos	45
RESULTADOS	46
Esfuerzo de captura	46
Riqueza.....	47
Abundancia Relativa	50
Agrupación trófica	51
DISCUSIÓN	53
CONCLUSIÓN.....	54
REFERENCIAS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO1. SUPERFICIE DE LAS CUENCAS QUE CONFORMAN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	12
CUADRO2. SUPERFICIE DE LA CUENCA QUE COMPRENDE DOS ESTADOS.....	12
CUADRO3.ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
CUADRO4. VARIABLES AMBIENTALES.....	20
CUADRO 5 LOCALIDADES HISTÓRICAS	21
CUADRO 6. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN DE LOS EJEMPLARES HISTÓRICOS DE <i>R. MIRA</i> , DEPOSITADOS EN COLECCIONES NACIONALES.....	26
CUADRO 7. DATOS DE LOS CINCO EJEMPLARES CAPTURADOS EN ESTE PROYECTO.....	30
CUADRO 8. DISTANCIAS ENTRE LA NUEVA LOCALIDAD Y LAS LOCALIDADES HISTÓRICAS.	31
CUADRO 9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CURVA ROC PARCIAL (PROMEDIOS).	33
CUADRO 10. REGISTROS DE LAS ESPECIES ACOMPAÑANTES DE <i>RHOGEESSA MIRA</i>	48
CUADRO 11. ESPECIES LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059, IUCN/CITE).	49
CUADRO12. ESPECIES DE MURCIELAGOS QUE COMPARTEN HABITAT CON <i>R. MIRA</i> LISTADAS POR GREMIO ALIMENTICIO.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
FIGURA2. MAPA DE LA LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y MUNICIPIOS QUE LA INTEGRA, CON LOS POLÍGONOS DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ESTATALES Y FEDERALES).	15
FIGURA 3. MAPA HIPSOMÉTRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.	17
FIGURA 4. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	18
FIGURA 5. MODELO DE NICHOS ECOLÓGICOS GENERADO CON EL ALGORITMO MAXENT PARA <i>R. MIRA</i> LAS ZONAS EN VERDE MUESTRAN EL ESPACIO GEOGRÁFICO QUE CUMPLEN CON LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA QUE LA ESPECIE PUEDE DESARROLLARSE.	28
FIGURA 6. VISUALIZACIÓN DE NICHOS CLIMÁTICOS FUNDAMENTALES PARA LA ESPECIE <i>R. MIRA</i> , DEFINIDOS POR LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL, LOS CÍRCULOS GRISOS MUESTRAN EL RANGO DE VARIABLES DISPONIBLE PARA LA ESPECIE (MODELO DE MAXENT). LOS CÍRCULOS VERDES REPRESENTAN LA PORCIÓN OCUPADA POR LA ESPECIE.	29
FIGURA8. MAPA DE DISTANCIAS AMBIENTALES BASADOS EN LAS LOCALIDADES HISTÓRICAS.....	32
FIGURA 9. MAPA DE LAS LOCALIDADES DE COLECTA.	44
FIGURA10. CURVA DE ACUMULACIÓN PARA LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS QUE COMPARTEN HÁBITAT CON <i>R.</i> <i>MIRA</i> UTILIZANDO TRES ESTIMADORES.	47
FIGURA11. ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO; A) <i>CHOERONYCTERIS MEXICANA</i> B) <i>LEPTONYCTERIS</i> <i>YERBABUENA</i> , C) <i>MUSONYCTERIS HARRISONI</i> Y D) <i>RHOGEESSA MIRA</i> . LAS IMÁGENES SE OBTUVIERON DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO.....	50
FIGURA 12. PORCENTAJE DE LA ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES ACOMPAÑANTES DE <i>R. MIRA</i> POR FAMILIA.....	51

RESUMEN

La gran diversidad biológica que alberga nuestro país, producto de su ubicación geográfica y su compleja topografía, se caracteriza por estar compuesta de un gran número de especies endémicas. Michoacán es una entidad de fuertes y ricos contrastes ambientales, que han colocándolo al estado en quinto lugar a nivel nacional, como uno de los estados con mayor riqueza de flora y fauna. Se reportan de 172 a 176 especies de mamíferos en la entidad, con la presencia de tres especies micro-endémicas; la tuza purépecha (*Zygogeomys trichopus*), el ratón de patas blancas (*Peromyscus winkelmani*), y el murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*). De esta última especie su área de distribución se ha restringido, a unas pocas localidades en los alrededores de su localidad tipo; El Infiernillo (Municipio de Arteaga) y La Salada, Zicuirán (Municipio de La Huacana) en Michoacán. en una vegetación de bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo. Anterior a este trabajo solamente 22 ejemplares se encontraban en las principales colecciones del país y existía un gran desconocimiento sobre su historia natural, su biología y ecología a pesar de que la especie está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como una especie endémica y sujeta a protección especial y la UICN la clasifica como vulnerable (VU).

Ante este escenario, este trabajo se enfocó a revisar exhaustivamente la literatura científica existente sobre *R. mira*, así como a visitar las colecciones científicas en busca de ejemplares y al muestreo de localidades cercanas a los sitios de registro histórico de la especie con el objeto de contestar las siguientes preguntas: ¿aún está presente *Rhogeessa mira* en la región de Infiernillo? ¿Es su área de distribución tan reducida como parecen indicar los pocos registros históricos? ¿En qué condiciones ambientales se presenta actualmente la especie?.

Como resultado de la búsqueda de *R. mira* se capturaron 101 ejemplares que representan a cuatro familias y a 21 especies y se destaca el registro de cinco ejemplares de *R. mira* después de 27 años. Dejando los cinco ejemplares depositados en el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México y el registro de otras cinco especies, listadas bajo alguna categoría de riesgo.

Palabras clave: endémicas, Michoacán, *Rhogeessa mira*

ABSTRACT

The immense biodiversity harbored in Mexico is a product of its geographic location and its complex topography. Such environmental variation also provides room for a great number of endemic species. For the Mexican state of Michoacán, its many contrasting environments have placed it on the fifth place in floristic and faunistic richness nationwide. Michoacán has a total of 172 to 176 of mammal species reported within its boundaries, and has three distinct micro-endemic species: the Michoacán pocket gopher (*Zygogeomys trichopus*), Winkelmann's mouse (*Peromyscus winkelmanni*), and the Least yellow bat (*Rhogeessa mira*), the latter of which has seen its original distribution range become restricted to a few locations of its historical distribution: El Infiernillo (Arteaga municipality), La Salada and Zicuirán (La Huacana municipality), corresponding with areas covered by tropical dry forest and xerophytic thicket. There are only 22 known specimens for *Rhogeessa mira* in scientific collections across the country, however most of its natural history, biology and ecology is unknown. The Least yellow bat is listed within the NOM-059-SEMARNAT-2010 as an endemic species and subject to special protection, while the IUCN lists *R. mira* as a threatened species.

Under this scenario, the present research paper focused first on reviewing all available literature for *R. mira* and any other bat species present in Michoacán's tropical regions, as well as revising existing databases and any recent surveys within nearby localities to the historical distribution of the species, to set a preliminary

assessment of species richness and abundance. Began monitoring the species historical distribution localities and the surrounding areas to assess its population trends. There were a total of 105 collected specimens, representing four families in the Order Chiroptera and a total of 21 species. After 27 years of the last observational record for *R. mira*, this study produced five more specimens that were deposited in the Zoology Museum “Alfonso L. Herrera” of the Faculty of Sciences of the National Autonomous University of México (UNAM), along with other five new bat species that had not been previously registered in Michoacán and appear listed as threatened.

Key Word: endemic, Michoacán, reviewing, *Rhogessamira*.

INTRODUCCIÓN

En general, en la mayor parte del mundo los murciélagos son vistos como animales poco interesantes o temibles. Esta mala reputación se debe a que son criaturas de hábitos nocturnos y sigilosos, que por lo general se observan mediante vuelos fugaces en las noches claras y en cierta medida también a los hábitos de alimentación (hematófagos) que presentan algunas especies, lo que los envuelve en una aurora de misterio, que ha llevado a que en distintas culturas se asocien con historias y leyendas como la de los vampiros (Wilson 1997).

La falta de interés por conocer a estas criaturas y la poca información con la que se cuenta hace que la mayoría de la gente piense que en esencia todos los murciélagos son iguales. Sin embargo, este grupo abarca una increíble variedad de formas y estilos de vida. Los murciélagos son el segundo orden más diverso dentro de los mamíferos, superados en número de especies solo por los roedores (Ceballos y Oliva 2005). A nivel mundial existen alrededor de 925 especies agrupadas en 17 familias (Wilson 1993), las cuales se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo, con excepción de las regiones más frías como los polos y las cumbres montañosas más elevadas (Wilson 1997; Ceballos y Oliva 2005).

Este grupo presenta hábitos de alimentación muy variados y ocupan virtualmente cada subnivel trófico, desde los consumidores primarios hasta los consumidores terciarios (Viveros 2010). Debido a la gran diversidad de sus hábitos de vida, los murciélagos tienen un papel fundamental dentro de los ciclos ecológicos, a través de múltiples interacciones bióticas, tales como la dispersión de semillas, ayudando con ello a la regeneración de bosques tropicales, la polinización de muchas especies de plantas o la regulación de poblaciones de insectos (Medellin 1997). Los murciélagos se diferencian del resto de los mamíferos, por ser los únicos que poseen la capacidad de realizar un vuelo auténtico y el desarrollo de la ecolocalización (Wilson 1997).

México se encuentra dentro de los países que albergan una gran diversidad de flora y fauna (Wilson 1993), sin embargo presenta un tipo de economía denominada emergente, la cual ejerce una fuerte presión sobre su medio ambiente y sus recursos naturales, resultado de un desarrollo económico, no muy acorde con las necesidades de conservación de los ecosistemas y las especies (Toribio y Peterson 2008).

Por lo tanto, la conservación de la diversidad representa un ineludible compromiso para las generaciones actuales y futuras. Por tal razón, determinar la distribución geográfica de una especie o de un grupo de especies, son aspectos relevantes para el entendimiento de las mismas y para, establecer prioridades de conservación. Cada día más investigadores se enfocan a estudiar la forma en que se distribuyen las especies y las causas que la afectan, por lo cual la identificación y caracterización de “áreas de distribución” se ha señalado como uno de los hilos conductores para el desarrollo del conocimiento biogeográfico (Pando Y Giles 2007; Toribio y Peterson 2008).

El rápido desarrollo y las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la ecología, han ayudado a la construcción de modelos de distribución potencial, los cuales analizan diversos aspectos del nicho ecológico de las especies (Ortega-Rodríguez 2009). En estos últimos años ha tomado fuerza el uso de técnicas basadas en algoritmos específicos como MAXENT (máxima entropía) y GARP, (algoritmos genéticos), los cuales han significado un aumento exponencial en el número de publicaciones y estudios asociados a la modelación de la distribución geográfica de las especies y ecosistemas, por la facilidad de su aplicación y la rapidez con que se pueden obtener resultados. En este contexto destaca el software MAXENT (Elith, et al. 2006; Phillips et al. 2006), que usa un algoritmo de máxima entropía, el cual logra resultados robustos en términos de la proyección espacial de la distribución, sabiendo que factores bióticos, abióticos y evolutivos interactúan de manera dinámica y con diferentes intensidades, a diferentes escalas, para producir la

compleja entidad que denominamos la distribución geográfica de una especie (Soberon y Peterson 2005).

JUSTIFICACIÓN

En el estado de Michoacán se distribuyen cuatro especies del género *Rhogeessa*, de las cuales tres son endémicas al país y *R. mira* es exclusiva del estado. La especie *R. mira* aparentemente está confinada a una porción de la Cuenca del Balsas con sólo 22 ejemplares conocidos de dos localidades pertenecientes a dos municipios del estado: la localidad el Infiernillo del municipio de Arteaga y la localidad Zicuirán del Municipio de la Huacana (Arroyo-Cabrales y Polaco 1997).

Debido a su alto grado de endemidad y su rareza *R. mira* es una especie de la cual se desconocen aspectos tales como sus fuentes de alimentación, reproducción, desarrollo, hábitat y refugios, comportamiento, tamaño de sus poblaciones, etc. Además, se encuentra catalogada por la norma oficial mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), como endémica y sujeta a protección especial, mientras que la IUCN la cataloga como una especie Vulnerable (VU).

Lo anterior, hace necesario realizar un estudio de esta especie, a fin de generar nueva información que sirva como punto de partida para nuevos estudios. Para este fin, este trabajo tiene como soporte el proyecto “Mapas de distribución del murciélago amarillo del balsas (*Rhogeessa mira*), endémico de Michoacán”, que con clave JM025, es financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1. ¿Aún está presente *Rhogueessa mira* en la región de Infiernillo?
2. ¿Es su área de distribución tan reducida como parecen indicar los pocos registros históricos?
3. ¿En qué condiciones ambientales se presenta actualmente la especie?

HIPOTESIS DEL TRABAJO

En la región de la cuenca del Balsas en Michoacán, aún están presentes las condiciones ambientales que permiten la presencia de la especie *R. mira*.

OBJETIVO GENERAL

- Establecer si aún se encuentra presente el murciélago amarillo del Balsas (*Rhoeggessa mira*), en la Región de Infiernillo, en Michoacán.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener modelos de distribución potencial para el murciélago amarillo del Balsas, con la finalidad de planear el trabajo de campo para la generación de nuevos datos de presencia.
- Generar nuevos registros de la especie mediante trabajo de campo.
- Analizar la coincidencia de los modelos de distribución con el sistema de Áreas Naturales Protegidas.
- Hacer un análisis de las especies acompañantes *R. mira*.

CAPÍTULO I

Distribución actual y potencial del murciélagos amarillo *Rhogeessa mira* en la Depresión del Balsas, Michoacán, México.

Mario Manuel Suárez Suárez,¹ Juan Manuel Ortega-Rodríguez,¹ Joaquín Arroyo-Cabrales,² Ireri Suazo-Ortuño,³ Martina Medina Nava⁴ y Javier Salvador Robles del Valle⁵

RESUMEN

Se determinó la distribución actual y potencial actual del murciélago amarillo del Balsa (*Rhogeessa mira*), endémica a Michoacán, mediante el uso del algoritmo (MAXENT) y el Modelaje con Distancias Euclidianas. Para ello se evaluaron nueve parámetros climáticos y tres topográficos. Los registros de presencia, que corresponden a la distribución conocida de la especie, se obtuvieron de la revisión bibliográfica y de la visita a colecciones de mamíferos; la cual señaló la existencia de 22 ejemplares de *R. mira* depositados en colecciones nacionales, procedentes de cinco localidades michoacanas. Para el registro en campo de nuevos individuos se realizaron cuatro salidas a campo; lo más cercano posible a las localidades históricas de *R. mira* durante el periodo de Agosto de 2012 a marzo de 2013, en el que se utilizaron tres redes de niebla de 2 por 6 m de largo, de tipo nylon, las cuales permanecieron abiertas desde las 18:00hrs hasta las 24:00hrs, revisándose a intervalos regulares de tiempo, dependiendo de la actividad de los murciélagos. Se registraron 5 individuos de *R. mira* (4 machos y 1 hembra) en 2 noches de colecta. La importancia de estos registros son relevantes ya que confirman la persistencia de la especie en su área de distribución original, después de 27 años de no habersele registrado, se construyeron las primeras aproximaciones de lo que podría ser el nicho ecológico de la especie el cual se extiende incluso hacia el estado de Guerrero. Los ejemplares fueron colectados en las cercanías del poblado de Zicuirán,

en el paraje denominado El Zapoteco, que corresponde a una nueva localidad de registro.

Palabras clave: *Rhogeessa mira*, depresión del Balsas, modelos de distribución.

INTRODUCCIÓN

El murciélago amarillo del Balsas *Rhogeessa mira*, es uno de los murciélagos de menor tamaño a nivel mundial y el más pequeño de los que habitan en México (Villalpando-R y Arroyo-Cabrales 1996; Arroyo-Cabrales y Polaco 1997), forma parte de las 21 especies de mamíferos exclusivas del país, y de las tres especies endémicas para el estado de Michoacán (Ceballos y Oliva 2005). La distribución conocida de la especie es muy restringida y abarca solamente pocas localidades de registro en las inmediaciones del poblado denominado El Infiernillo, dentro de la cuenca baja del Río Balsas y en las cercanías del poblado de Zicuirán, en el extremo norte del vaso de la presa del Infiernillo (Arroyo-Cabrales y Polaco 1997).

El tamaño pequeño de *R. mira* es la característica que la diferencia de cualquier otra especie de murciélago. El rostro es simple y sin ornamentaciones, con orejas cortas. La parte dorsal del cuerpo es de color ante a amarillo pardo: la base del pelo es amarillo pálido y la punta es oscura; la parte ventral es amarillo pardo o ante, pero la punta de los pelos no contrasta con la parte basal. El pelo es suave y de tamaño mediano (4 mm de largo) en el dorso. El dorso del uropatagio con pelaje hasta la altura de las rodillas. El cráneo de *R. mira* es corto y el rostro se constriñe anteriormente, carece de cresta sagital y presenta el cingulum lingual del canino superior sin cúspides (Arroyo-Cabrales y Polaco 1997).

Las medidas corporales para ambos sexos son: longitud total, 64 a 70 mm; longitud de la cola, 27 a 32 mm; longitud de la pata, 5 a 6 mm; longitud de la oreja, 11 a 13 mm; longitud del antebrazo, 25.1 a 27.1 mm. Peso 3 gr. Fórmula dentaria: $i1/3$, $c1/1$, $p1/2$, $m3/3 = 30$ (Arroyo-Cabrales y Polaco 1997).

Se tiene muy poca información con respecto a las características del hábitat que la especie ocupa, pero se asocia a ambientes abiertos y próximos a áreas boscosas donde pueden encontrar refugio, en bosque tropical caducifolio y el matorral xerófilo (Ceballos y Oliva 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Depuración de la información

Para la obtención de las localidades de presencia de la especie, se realizó una revisión bibliográfica sobre las publicaciones de mamíferos y quirópteros en el Estado de Michoacán (Solórzano 1965), (Polaco y Muñiz-Martínez 1987), (Villalpando-R y Arroyo-Cabrales 1996), (Arroyo-Cabrales y Polaco 1997), (López y López 1998), (Medellín 1997), (Ceballos 2002), (Ceballos y Oliva 2005) y (Nuñez 2005), así como de la página electrónica <http://gbif.org> (acceso en julio del 2012), con la finalidad de integrar una base de datos lo más completa posible. Se visitaron las siguientes colecciones: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN), 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). Recabando información sobre: 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.

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 (Nuñez 2005), fueron excluidos 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 su identificación.
- d) La información de las localidades reportadas es incompleta por carecer de datos del colector, fecha de colecta, número de catálogo del ejemplar y localidad precisa.
- e) No existe publicación de referencia.

Criterio de selección de la región de estudio

Para seleccionar la región de estudio, y 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.

Para delimitar el área de estudio se utilizó el mapa de cuencas hidrológicas del país el cual se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua (CNA) 1998, en formato vectorial a escala 1:250,000.

Las cuencas se seleccionaron haciendo una sobreposición de las coordenadas de registro históricas para *Rhogeessa miray* eligiendo aquellas en las que había registro de la especie. Como resultado, fueron seleccionadas dos cuencas, la del Río Tepalcatepc-Infiernillo y la de del Río Balsas-Infiernillo, que en conjunto cubren una superficie de 14,841 km² (figura 1), (Cuadro 1).

Cuadro1. Superficie de las cuencas que conforman el área de estudio.

NOMBRE DE LA CUENCA	ÁREA
Río Tepalcatepec-Infiernillo	7,265 Km ²
Río Balsas-Infiernillo	7,576 Km ²
TOTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	14,841 Km ²

La cuenca Río Balsas-Infiernillo comprende dos entidades federativas Michoacán y Guerrero(Cuadro 2).

Cuadro2. Superficie de la cuenca que comprende dos estados.

NOMBRE DE LA CUENCA	ESTADO	ÁREA
Río Balsas-Infiernillo	Michoacán	3795.1 Km ²
	Guerrero	3780.9 Km ²
	Total	7,576 Km ²

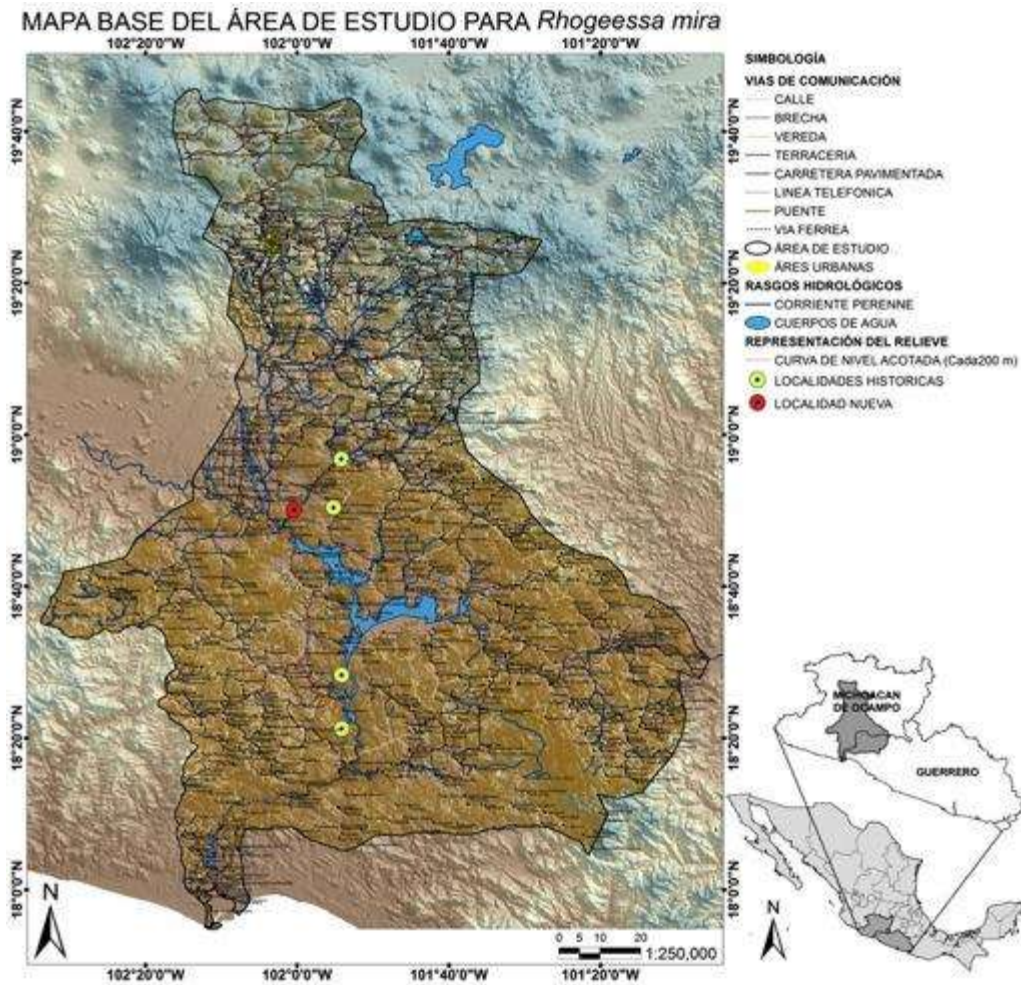


Figura 1. Mapa base del área de estudio.

Descripción de la región de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la Cuenca del Balsas, la cual está limitada al Norte por el Sistema Volcánico Transversal y al sur por la Sierra Madre del Sur, presenta una altitud media de 500 m, está orientada de noroeste a sureste; se conforma, 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. Presenta una vegetación de Bosques tropical caducifolio y Matorral xerófilo (Antaramián y Correa 2003; Ceballos et al. 20010). Los bosques secos de esta cuenca se distinguen de las de la franja costera por factores diversos, entre los que destaca el presentarse en climas más áridos, tienen un endemismo más

alto y presentan una preponderancia de especies del género *Bursera* (Ceballos et al. 2010).

Los elementos endémicos del bajo Balsas encuentran su mejor representación a la altura de la presa del Infiernillo, en los estados de Michoacán y Guerrero, con especies como *Lonchocarpus longipedunculatus* y *Rhogeessa mira* (Ceballos et al. 2010). La depresión del Balsas es tan importante que se le ha reconocido como provincia florística (Rzedowski 1978). 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).

Desde el punto de vista de la división política, el área de estudio toma parte de dos entidades federativas y se encuentra conformada por 29 municipios, de los cuales, 26 corresponden al estado de Michoacán y tres al estado de Guerrero (Figura 2).

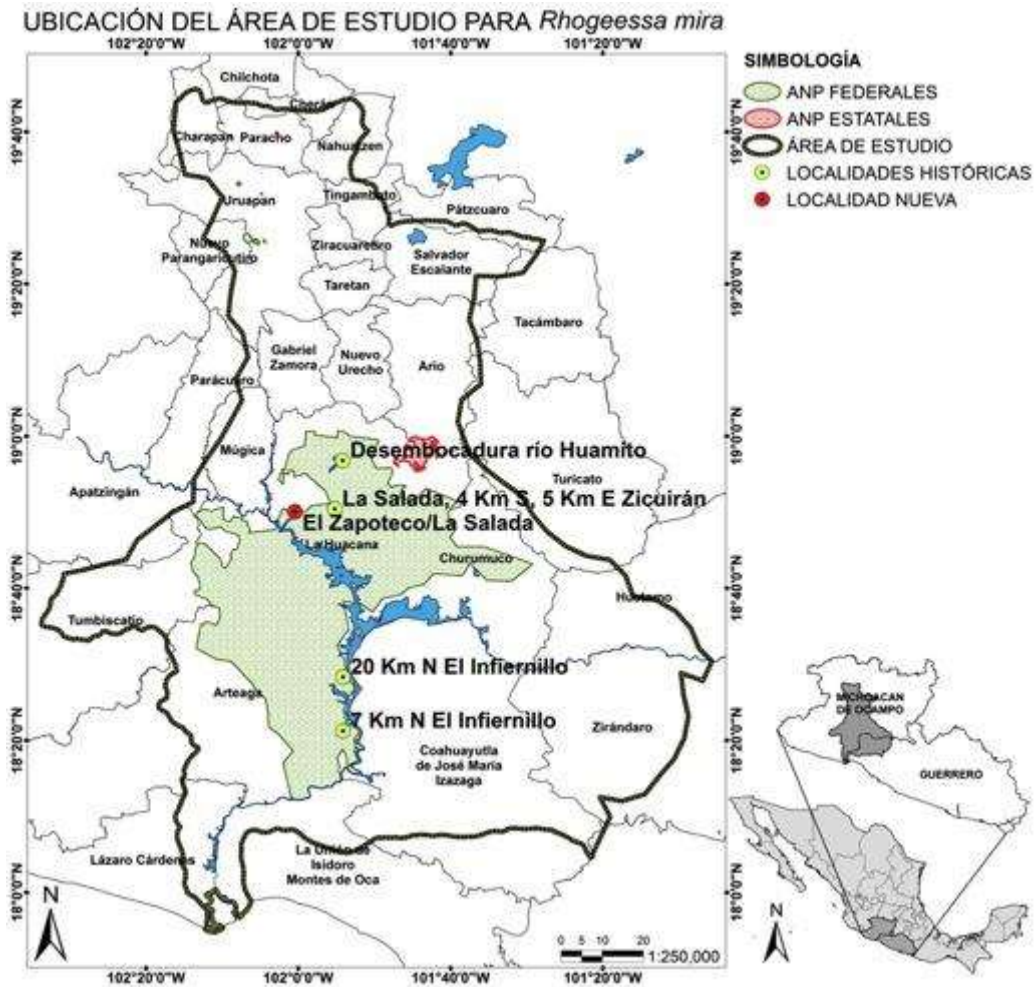


Figura2. Mapa de la localización del área de estudio y municipios que la integra, con los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (Estatales Y Federales).

En el área de estudio se presentan dos áreas naturales protegidas de tipo federal y cuatro estatales(Figura 2, Cuadro 3).

Cuadro3. Áreas Naturales Protegidas dentro del área de estudio

NOMBRE ANP	CATEGORIA	TIPO	ESTADO	MUNICIPIOS	ÁREA
Barranca Del Cupatitzio	PN	Federales	Michoacán De Ocampo	Nuevo Parangaricutiro y Uruapan	2637 Km ²
Zicuiran-Infiernillo	RB	Federales	Michoacán De Ocampo	Arteaga, Churumuco, La Huacana y Tumbiscatio	4.353 Km ²
Volcán el Jorullo	RP	Estatad	Michoacán De Ocampo	La Huacana y Ario	35.8 Km ²
Ecológico de Capácuaro	PU	Estatad	Michoacán De Ocampo	Uruapan	0.076 Km ²
Ecológico de Uruapan	PU	Estatad	Michoacán De Ocampo	Uruapan	0.524 Km ²
Cerro Pelón	ZSCE	Estatad	Michoacán De Ocampo	Paracho	0.2378 Km ²

PN: Parque Nacional, RB: Reserva De La Biosfera, RP: Reserva Prioritaria, PU: Parque Urbano y ZSCE: Reserva Ecológica Estatal.

El intervalo de elevación en el área de estudio va de los 9 hasta los 3380 msnm (Figura 3). La zona presenta una geología compleja deriva de una gran actividad volcánica, la cual dio como resultado la presencia de grandes aparatos volcánicos tales como El Tancítaro y El Jorullo. Los suelos que subyacen a la vegetación tropical seca son someros y con frecuencia pedregosos. Entre los que predominan los regosoles y los litosoles cuyos orígenes son variados al surgir de litologías que van desde las rocas volcánicas hasta las sedimentarias (ver anexo cartográfico).

La corriente hidrológica más importante en el área es el Río Balsas, el cual desemboca en el Océano Pacífico. El Río Nexpa y otros atraviesan la región en su parte central y reciben diversos afluentes, tales como El Arroyo Coacoyul y el Río Chacal (ver anexo cartográfico).

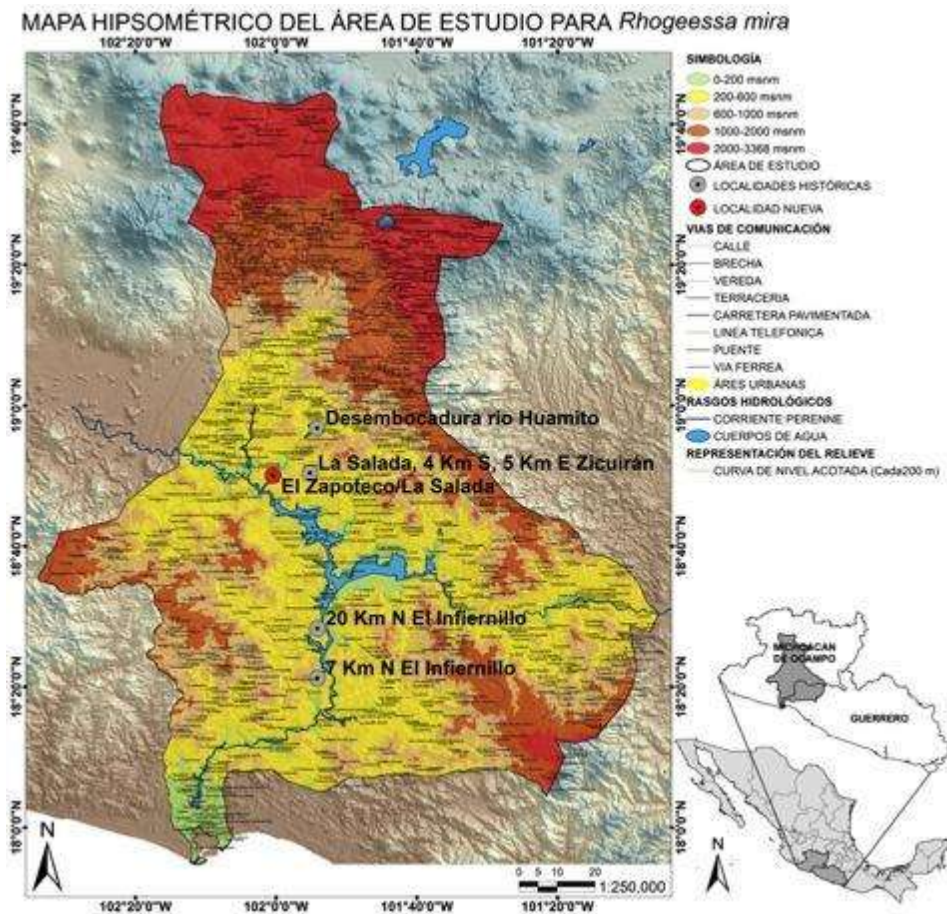


Figura 3. Mapa Hipsométrico del área de estudio.

Los climas presentes en el área de estudio van de los secos muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año (BS1(h')w(W)), los cálidos subhúmedos con lluvias en verano (Aw0(w). Awl (w)) a los templados húmedos con abundantes lluvias en verano (C(m) (w)) (Madrigal 1997).

La vegetación se presenta en un gradiente ascendente que va del bosque tropical caducifolio y Matorral Xerófilo en las zonas más bajas de la región, los bosques tropicales subcaducifolios en las cañadas, Bosque de Encino y Bosque de Pino en las cumbres más elevadas de acuerdo a la clasificación de (Rzedowski 1978), (Figura 4).

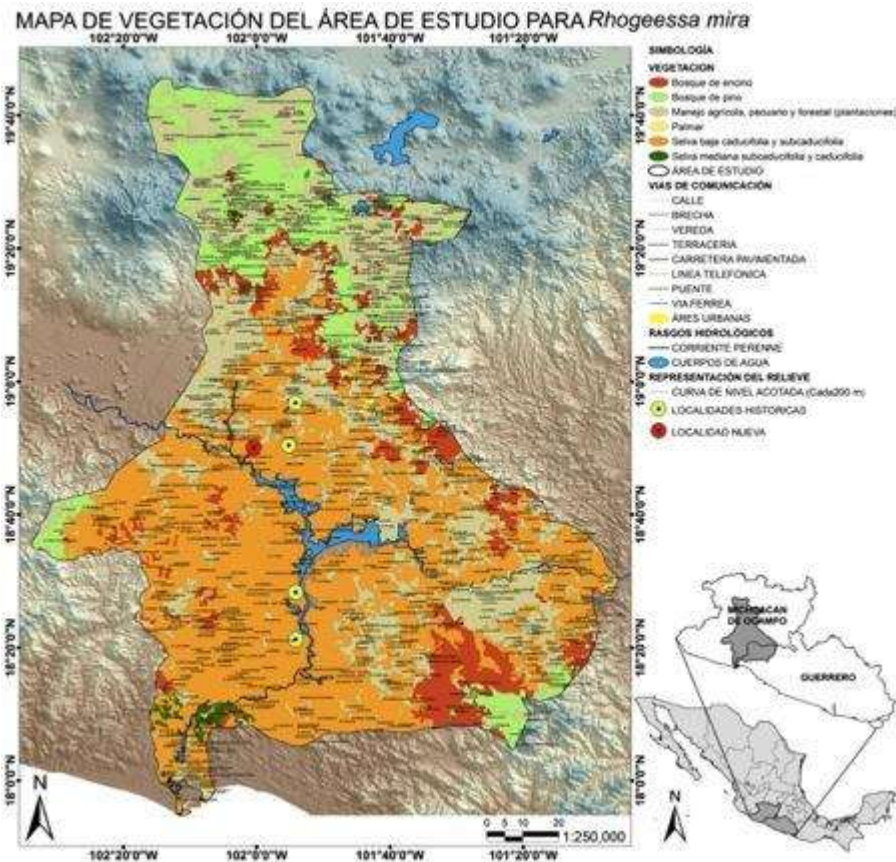


Figura 4. Tipos de Vegetación presentes en el área de estudio.

El bosque tropical caducifolio es de particular interés para la especie estudiada y está constituido por árboles no mayores de 15 m de altura, la mayoría caducifolios en la época seca del año. Es una comunidad rica que incluye bejucos y plantas epifitas, con variantes en su composición florística. Entre sus numerosos componentes destacan el cuachalalate (*Amphypterigium adstringens*), pochote (*Ceiba parviflora*), chupandía, chiconpús o chucunpú (*Cyrtocarpa procera*), caño fístula (*Tabebuia palmeri*), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis* y *L. divaricata*), clavellina (*Pseudobombax ellipticum*), ciruelo (*Spondias purpurea*), cueramu o xolocuahuitl (*Cordia elaeagnoides*), campincerán (*Dalbergia congestiflora*), caulote o cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), tamulero (*Coccoloba* spp.), copales y papelillos (*Bursera* spp.), espino (*Caesalpinia calaco*), hincha huevo o chupiri (*Pseudosmodium perniciosum*), anona (*Annona* spp.), sacalozúchitl (*Plumeria rubra*), azinchete (*Pithecellobium acatlense*), algunas especies de pitayos

(*Stenocereus*spp.), nopales (*Opuntia* spp.) y otras Cactáceas (Madrigal 1997). En el matorral xerófilo prosperan las siguientes comunidades vegetales: cardonales de *Lemaireocereusweberi*, tetecheras de *Neobuxbaumiatetetz*o y mezquitales (*Prosopisspp.*) (Madrigal 1997).

Selección de variables

Elegirlas variables adecuadas y que revelen la información más importante de la entidad natural analizada, es quizás el paso más crítico en el proceso de los modelos de distribución. Debido a que es poco lo que se conoce de la biología de *R. mira*. No se sabe si realiza migraciones. Se desconoce cuál es su rango hogareño o cuál es el tamaño de sus poblaciones, sus aspectos reproductivos, etc. Por lo que siguiendo el criterio de la menor correlación entre ellas (Loiselle et al. 2003). Se definnieron un conjunto de variables ambientales que consideramos podrían tener alguna influencia en la distribución de la especie. El (cuadro 4) muestra las variables utilizadas, las cuales fueron seleccionadas siguiendo el criterio de la menor correlación entre ellas (Loiselle et al. 2003).

Cuadro4. Variables ambientales

Variable	
1	Temperatura media anual
2	Temperature del rango diurno (Promedio mensual (T. max – T. Min))
3	Isotermalidad
4	Temperature Seasonality (standard deviation *100)
5	Precipitación Annual
6	Precipitación estacional (coeficiente de variación)
7	Precipitación del cuarto mes más cálido
8	Precipitación del cuato mes más seco
9	Elevación (metros)
10	Pendiente (grados)
11	Aspecto (grados)
12	Porcentaje de cobertura arbórea (MODIS VCF Collection 5, versión 1, 2010)

Las variables climáticas en su resolución nativa en la base de datos Worldclim, son de 30 segundos de arco (aproximadamente de 1 km x 1 km), para escala global. Por tal motivo estas fueron ajustadas a una resolución de 6 segundos de arco (\approx 200 metros), para la escala del área de estudio.

Las variables topográficas se obtuvieron por agregación del modelo digital de elevaciones disponible en el Continuo Mexicano de Elevaciones de INEGI, con resolución nativa de 1 segundo de arco. A partir del MDE, se derivaran las variables topográficas de elevación, pendiente y aspecto (Jenness 2004; Jenness 2006) ajustándose a una resolución de seis segundos de arco (aproximadamente 200 m).

Todas las variables se convirtieron al formato de transferencia ESRI ASCII raster, con sistema de coordenadas geográficas, utilizando el datum WGS84.

Trabajo de campo

Con la finalidad de verificar la persistencia de la especie en la región, se realizó una etapa de trabajo de campo, planeando las salidas con base en las localidades históricas conocidas (Cuadro 5). Las seis localidades visitadas y en las que se realizó el muestreo, se encuentran en los alrededores de las localidades históricas, dos en el municipio de Arteaga (Las Cañas y El Infiernillo) y cuatro en el municipio de La Huacana (Las Pilas, Ejido Ichamio, El Ciruelo y El Zapoteco/La Salada), siendo esta última; El Zapoteco/La Salada en la que se registró nuevamente a la especie y que correspondería a una nueva localidad de colecta. Las salidas se realizaron durante el periodo de (Agosto de 2012 a marzo de 2013).

Cuadro5 Localidades Históricas

No.	LOCALIDAD HISTORICA	Municipio
1	7 Km N El Infiernillo	Arteaga
2	20 Km N El Infiernillo	Arteaga
3	Desembocadura del Río Huamito	La Huacana
4	La Salada, 4 Km S, 5 Km E de Zicuirán	La Huacana

En cada noche de muestreo se expusieron 3 redes de niebla de 2 por 6 metros de largo de nylon, las cuales se abrieron a las 18:00hrs y se cerraron a las 24:00hrs., revisándolas a intervalos regulares de tiempo, dependiendo de la actividad de los murciélagos.

A los ejemplares capturados se les tomaron las siguientes medidas corporales siguiendo los criterios de (Medellín 1997): largo total (LT), cola vertebral (CV), pata trasera derecha (PT), oreja (O), trago (T) y el antebrazo (AB).

Las medidas se tomaron en milímetros (mm), y el peso en (g). Los ejemplares colectados se remitieron al Dr. Joaquín Arroyo-Cabrales para su determinación taxonómica y fueron depositados en la Colección de Mamíferos Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Largo total (LT): Se colocó el animal sobre una superficie con la parte ventral hacia arriba y se sostuvo de modo que el cuerpo y la cola estuvieran derechos. Se midió la distancia que va desde la punta de la nariz a la punta de la parte carnosa de la cola; excluyendo cualquier pelo que se proyecte más allá de la punta.

Cola vertebral (CV): Se colocó el animal con la parte ventral hacia abajo y se le dobló la cola hacia arriba en un ángulo recto, y se midió desde la curvatura de la base posterior de la cola hasta la punta de la parte carnosa.

Pata trasera derecha (PT): Se le colocó el dedo índice sobre la superficie dorsal de la pata, y el pulgar sobre la superficie plantar, sosteniéndola pata de modo que el tobillo formara un ángulo recto perfecto y se midió la distancia desde la parte de atrás del talón hasta la punta de la uña del dedo más largo.

Oreja (O): Se insertó la punta de una regla en la muesca de la base de la oreja, para medir el largo próximo a la porción distal del pabellón de la oreja.

Antebrazo (AB): partiendo desde la muñeca hasta el codo.

Trago (T): midiendo desde la base hasta la parte más distal del trago.

Para la determinación de la edad y condición reproductiva, se anotó el sexo y condición reproductiva del animal. Para los machos, los testículos pueden haber descendido dentro del escroto o ser abdominales.

Testículos abdominales: Es maduro sexualmente, pero no se encuentra en época de reproducción y los testículos se encuentran retraídos a la cavidad abdominal.

Testículos inguinales: Es maduro sexualmente, los testículos empiezan a bajar al escroto.

Testículos escrotados: Es maduro sexualmente y se encuentra en época de reproducción.

Para las hembras, se tomó en cuenta si la vagina estaba perforada o cerrada. Si los pezones eran pequeños o agrandados, y se distinguió entre lactantes o no lactantes (esto se determinó apretando suavemente un pezón entre el pulgar y el dedo índice).

Sin embriones: Es madura sexualmente, pero no presenta embriones, sin embargo puede estar receptiva para la copula.

Preñada: Es madura sexualmente, encontrándose con embriones en la cavidad del útero.

Lactante: Es madura sexualmente y nos indica un alumbramiento reciente.

La edad del animal: se registró según las medidas y características de pelaje como juvenil, adulto joven o adulto. O bien por la calcificación de las falanges, vistas a contraluz con el empleo de una lámpara de mano. Siendo blanquecinas translucidas en juveniles, y blanquecinas lechosas en adultos.

Modelaje con MaxEnt

Dentro de la gama de algoritmos desarrollados para el estudio de la distribución de especies, se encuentra el denominado MAXENT, que es uno de los más utilizados, pues ha demostrado arrojar resultados robustos, con pocos registros de presencia, el cual permite crear un modelo de nicho ecológico para una especie representando las condiciones ambientales donde la especie es capaz de mantener poblaciones viables (Pliscoff y Fuentes-Castillo 2011). Es una técnica que intenta usar la información conocida de la distribución de las especies para construir una hipótesis que incluya los requerimientos ecológicos de las mismas y como se relaciona con la distribución geográfica y sus límites (Phillips et al. 2006).

Para la producción de los modelos, mediante el algoritmo de máxima entropía (Maxent v3.3.3e, disponible en: <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>), el cual debe encontrar la distribución de máxima entropía (cercana a la uniformidad), considerando la restricción de que el valor esperado para cada variable ambiental bajo la distribución estimada concuerde con su promedio empírico (el valor promedio para un conjunto de puntos de muestra tomados de la distribución). Se usaron los valores recomendados por (Gibson et al. 2007) de umbral de convergencia de 10^{-5} , un máximo de 500 iteraciones y 10,000 puntos base. El modelo de Maxent produce una salida en forma de una superficie de probabilidad con valores que van de 0 a

100. Los modelos fueron ajustados mediante umbrales de decisión, a fin de reclasificarlos en zonas de aptitud y de no-aptitud, mediante el uso de una opción liberal en la que se usó un umbral de 10 (T10), para Maxent.

Modelaje con 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 (Siqueira et al. 2008), 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 tuvieron suficientes localidades para separar los conjuntos de entrenamiento y prueba, normales en otros métodos de modelaje. Se calcularon medidas de similitud en un espacio definido por las 12 variables ambientales propuestas para este trabajo (cuadro 4) 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 Andes®, al calcular la media y la desviación estándar de cada una, para luego substraer 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 12 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 cada una de las localidades de presencia de la especie y X_{ik} cada una de las 12 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 ∞ ; los valores cercanos a cero en una cierta celda, indican mayor parecido ambiental con la localidad de presencia de una especie. Debido a que en los mapas de distancia euclidiana la escala de aptitud está invertida pues 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 GIS Idrisi Selva®, usando como puntos de control los valores mínimo y máximo de cada mapa de distancias ambientales.

Evaluación de los modelos de distribución

Los cinco modelos generados (cuatro para las localidades históricas, uno para la nueva localidad encontrada), fueron evaluados mediante el análisis de la curva ROC parcial (Peterson et al. 2008).

Debido a que el análisis ROC tradicional no es apropiado para evaluar los modelos de nicho ecológico (Lobo, Jiménez-Valverde et al. 2008; Peterson, Papes 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 8). El cálculo de la ROC parcial se realizó mediante el software PartialROC v1.0 (Barve 2008).

RESULTADOS

A partir de la revisión bibliográfica y las visitas a las diferentes colecciones se verificó la existencia de 22 ejemplares

de *R. mira* depositados en colecciones nacionales, los cuales proceden de cinco localidades michoacanas (cuadro 6).

Cuadro6. 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-OE P gr	Fecha	Tipo de preservación
IPN-ENCB-998	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 64 - 29 - 05 - 12 Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-999	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 32 - 06 - 12 Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1000	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 66 - 30 - 06 - 12 Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1001	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 68 - 31 - 06 - 12 Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1002	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 65 - 28 - 05 - 12 Ξ	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 - 12 Ξ	28 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1005	C. E. Aviña	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 70 - 29 - 06 - 10 Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1006	C. E. Aviña	7 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 29 - 06 - 12 Ξ	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 - 12 Ξ 3.5	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 - 11 Ξ 3.5	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 - 12 Ξ 2.9	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 - 11 Ξ 3.0	22 de agosto de 1986	Piel y cráneo
IPN-ENCB-26574	J. J. Hernández	La Salada 4km S, 5 km E	M 64 - 27 - 05 -	22 de agosto de 1986	Piel y cráneo

		Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	12 Ξ 3.3 testículos 3mm		
INAH-DP-5598	M. Vargas	La Salada 5.0 Km E, La Salada, Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	H 66 - 32 - 06 - 13 Ξ 3.7	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 - 12 Ξ 2.6	26 de agosto de 1988	Esqueleto y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8592	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 30 - 06 - 11 Ξ	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8593	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	M 67 - 28 - 06 - 12 Ξ 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 - 12 Ξ	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8595	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	H 75 - 28 - 07 - 12 Ξ	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 - 11 Ξ	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.

Con la ayuda del algoritmo MAXENT se generó el modelo de nicho ecológico para *R. mira*. El modelo mostró que el nicho ecológico de la especie parece ser mucho más grande que lo que mostraban las pocas localidades de registro históricas (figura 5).

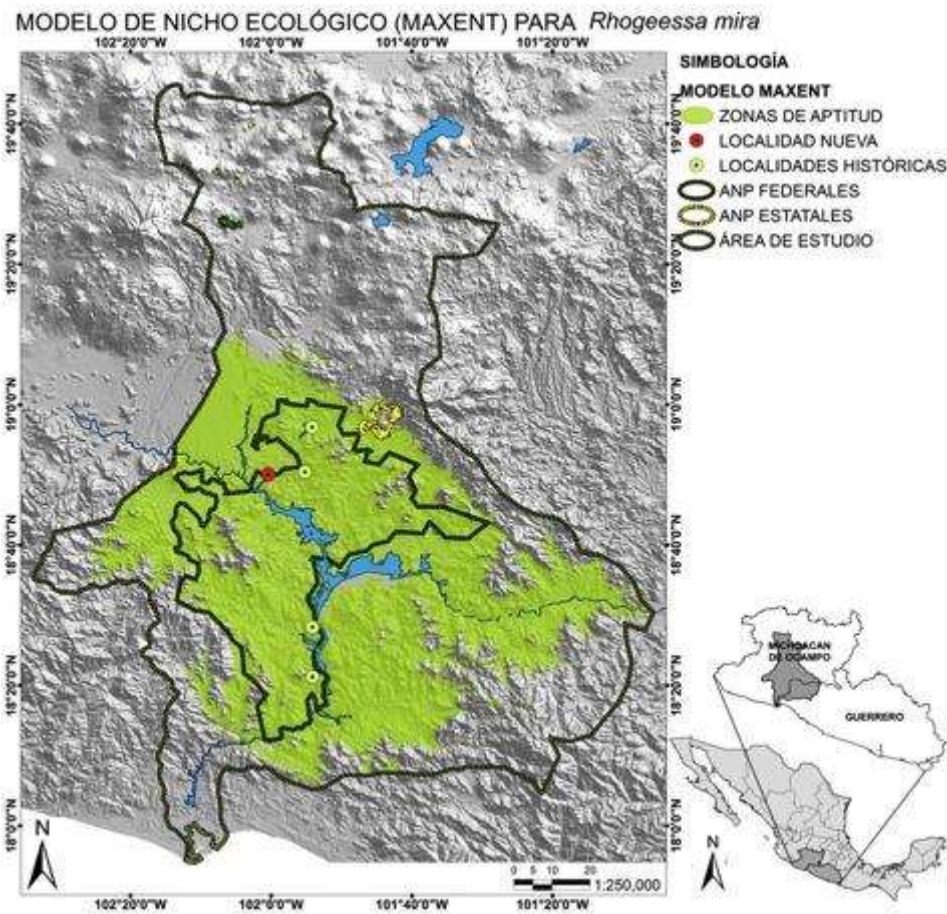


Figura 5. Modelo de nicho ecológico generado con el algoritmo maxent para *R. miral* las zonas en verde muestran el espacio geográfico que cumplen con los requerimientos necesarios para que la especie puede desarrollarse.

El análisis del espacio ecológico predicho por el modelo Maxent, muestra que la especie no ocupa toda la oferta ambiental disponible, si no que se restringe a una pequeña porción de dicho espacio (figura 6).

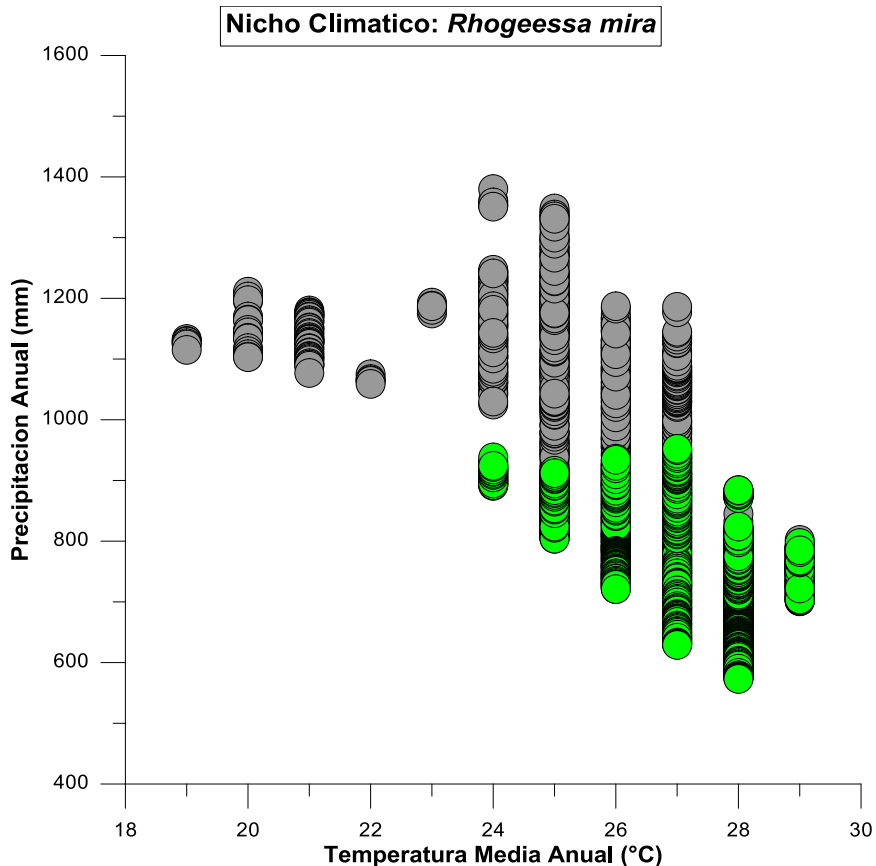


Figura 6. Visualización de nicho climático fundamental para la especie *R. mira*, definidos por la temperatura media anual y la precipitación media anual, los círculos grises muestran el rango de variables disponible para la especie (modelo de Maxent). Los círculos verdes representan la porción ocupada por la especie.

Como resultado de los muestreo de campo y después de 27 años de no tener registros de *R. mira*, el 22 de Marzo de 2013 durante la cuarta y ultima salida de muestreo, se registraron y colectaron cinco ejemplares en la localidad situada en las cercanías del poblado de Zicuirán en el paraje denominado el Zapoteco/La Salada. Cuatro ejemplares se registraron en la primera noche de muestreo en la misma red y al mismo tiempo y uno en la segunda noche de muestreo (cuadro 7). A partir de la captura de los cinco ejemplares se obtuvieron los primeros registros fotográficos de la especie (Figura 7)..

Cuadro7. 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 Ξ 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 Ξ 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 Ξ 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 Ξ 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 Ξ 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



Figura 7. Fotografía de ejemplar de *R. mira* capturado en campo

La localidad histórica número 4; conocida como la Salada en el municipio de La Huacana es la localidad más cercana al nuevo sitio en donde fue registrada la especie se encuentra a 9.2 km (Cuadro 8).

Cuadro 8. 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

Para probar la robustez del modelo generado con MAXENT se generaron nuevos modelos con una nueva metodología (Modelaje con distancias ambientales)(Figura 8). Estos modelos generados fueron estadísticamente confiables, como se indica en los valores arrojados por el análisis de ROC parcial observando valores >1 indicando un ajuste correcto, alejándose del azar (Cuadro 9).

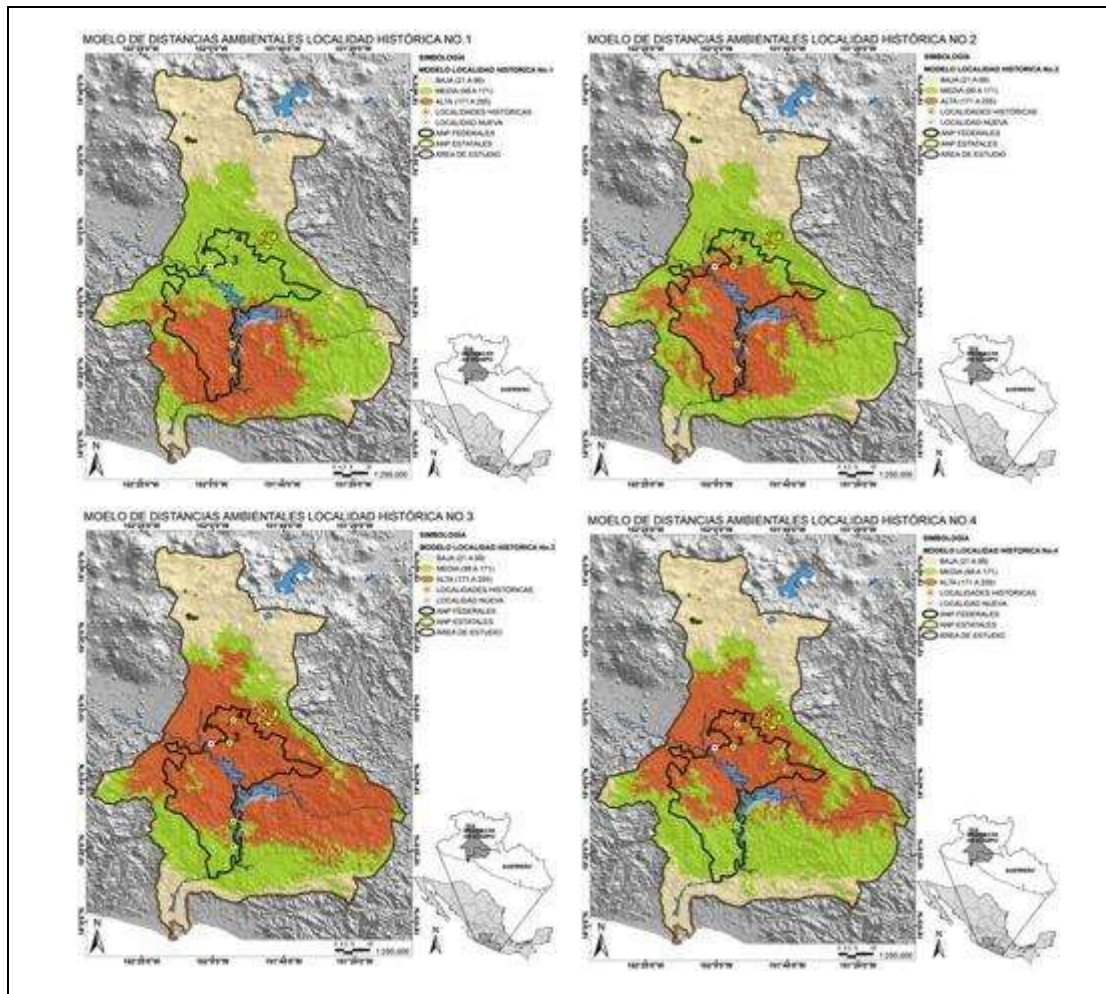
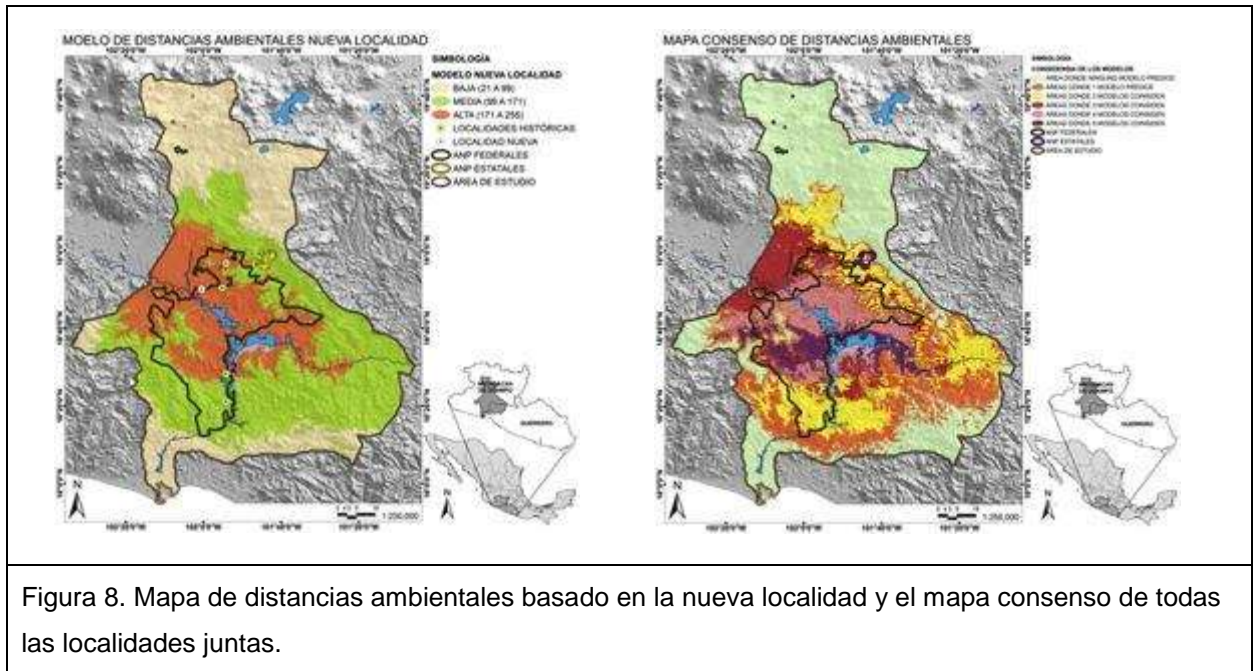


Figura8. Mapa de distancias ambientales basados en las localidades históricas.



Cuadro9. Resultados del análisis de 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

El análisis con el sistema de áreas naturales protegidas mostró que solo dos ANPs presentan las condiciones óptimas para que la especie

podían presentarse, una de tipo federal (Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo) y la otra de tipo estatal (Volcán el Jorullo).

DISCUSIÓN

El resultado más importante de este trabajo de tesis fue registrar nuevamente a la especie (*Rhogeessa mira*), después de 27 años en los que no se le había vuelto a registrar, confirmando con ello su presencia dentro de su área de distribución histórica. A partir de este estudio se incorpora una nueva localidad de registro a las cuatro localidades históricas. En la nueva localidad situada en El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán se capturaron cinco ejemplares, los cuales se depositaron en el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México. El tipo de vegetación presente en el nuevo sitio de colecta (Matorral Xerófilo y Bosque tropical caducifolio) concuerda con lo reportado por varios autores para *R. mira* (Villalpando-R y Arroyo-Cabrales 1996; Arroyo-Cabrales y Polaco 1997); sin embargo (Álvarez y Aviña 1965) reportaron tres especies del género *Rhogeessa* en el área de distribución de *R. mira* (*R. párvula*, *R. allenii* y *R. mira*), mientras que nosotros solo registramos dos de las tres especies del género *Rhogeessa* reportadas en 1965 (*R. mira* y *R. allenii*).

Los muestreos adicionales que se hicieron en los sitios que los murciélagos usan como refugio mostraron que aparentemente la especie no utiliza este tipo de áreas para refugiarse. En su lugar, es probable que la especie ocupe cavidades en las cactáceas columnares, pues se han registrado otras especies de murciélagos que lo hacen, incluso del mismo género. Por ejemplo, (López-Ortega y Gaona 2003), registraron varias especies de murciélagos incluso una del mismo género (*Rhogeessa gracilis*), que utilizan estas cavidades construidas por pájaros carpinteros, en los brazos muertos de cactáceas columnares, los cuales forman una estructura cilíndrica hueca y cerrada, excepto por la parte superior. En este trabajo no se exploró si *R. mira* utiliza estas cavidades como refugio. Este estudio, también resalta la importancia de los modelos de nicho ecológico, que permiten estimar la distribución de especies en ausencia de registros suficientes (Lobo y Hortal 2003).

Utilizando los modelos, es factible identificar zonas de mayor valor de protección; debido a la gran riqueza de especies endémicas que alberga el área de estudio. Así como, evaluar los vacíos espaciales, en donde de los esfuerzos de protección y conservación son inexistentes (Pliscoff y Fuentes-Castillo 2011).

Si bien los mapas presentados en este trabajo y obtenidos mediante dos estrategias de modelación (Maxent y Modelaje con distancias ambientales), no están exentos a sobreestimar la distribución potencial de la especie, si sientan las bases para orientar el trabajo futuro de campo, que derive en nuevas localidades de registro. (Pliscoff y Fuentes-Castillo 2011) utilizaron el Modelaje con distancias ambientales y a partir de una sola localidad de registro de *Byrsonima subterranea*, una planta rara del bioma Cerrado de Brasil, fue posible registrar 7 nuevas localidades de registro, por lo que es necesario continuar con el trabajo de campo, visitando aquellas zonas en las que nuestros modelos predicen condiciones de aptitud, registrando con ello nuevas áreas de distribución de la especie, las cuales ayuden a robustecer nuestro modelo y a definir con mayor precisión la extensión real de la distribución de la especie.

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 estudio data del 26 de agosto de 1988.
2. Los ejemplares colectados se depositaron en el Museo de Zoología, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
3. La localidad donde fueron capturados los cinco ejemplares se encuentra a 9.5 km de la localidad histórica número 4, conocida como La Salada.
4. La nueva localidad de registro se encuentra fuera del polígono del área natural protegida Zicuirán-Infiernillo.
5. Los modelos generados, brindan una aproximación más precisa de lo que podría ser el área de distribución de *R. mira* la cual resulta ser más grande de

lo que mostraban las pocas localidades de registro históricas y que incluso se extiende hacia el estado de Guerrero.

6. El área natural protegida Zicuirán-Infiernillo resulta ser muy importante ya que dentro de ella es donde se encuentra el área con mayor aptitud ecológica.
7. El 87% del área que comprende el polígono de la reserva Zicuirán-Infiernillo cumple con los requerimientos para que la especie pudiera desarrollarse.
8. Este trabajo sienta las bases para la búsqueda de la especie en nuevas áreas.

REFERENCIAS

Alvarez, T. and C. E. Aviña (1965). "Baedon Alleni, Rhogeessa Tumida Major and R. P. Parvula Newly Reportet For Michoacan, With Notes on The Qualitative Differentiation of The two Rhogeessas." The Southwestern Naturalist**10**(1): 69-78.

Antaramian, A. and G. Correa (2003). Fisiografía. In Atlas Geográfico de Michoacán. México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Secretaría de Educación de Michoacán El Colegio de Michoacán.

Arroyo-Cabrales, J. and O. J. Polaco (1997). "Mammalian Species Rhogeessa mira." American Society of Mammalogists: 550 551-552.

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. .

Ceballos, G. (2002). Actualización de la base de datos del Atlas Mastozoológico de México. Bases de datos SNIB2010. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO.

Ceballos, G., L. Martínez, et al. (2010). Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias Para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México, Fondo De Cultura Económica.

Ceballos, G. and G. Oliva (2005). Los Mamíferos Silvestres de México. Mexico D. F., CONABIO Fondo de Cultura Económica.

Colin-Soto, C. Z. (2012). Riqueza Y Estructura De Comunidades Del Orden Chiroptera En Bosques Tropicales De Michoacán. Facultad de Biología. Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. **Licenciatura**: 63.

Elith, J., C. H. Graham, et al. (2006). "Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data." Ecography**29**(2): 129-151.

Gibson, L., B. Barrett, et al. (2007). "Dealing with uncertain absences in habitat modelling: a case study of a rare ground-dwelling parrot." Diversity and Distributions**13**: 704-713.

Hijmans, R. J., S. E. Cameron, et al. (2005). "Very High Resolution Interpolated Climate surfaces for global land areas." International Journal of Climatology**25**: 1965-1978.

Jenness, J. (2006). "Índice de Posición Topográfica (tpi_jen.avx) extensión para ArcView 3.x, v 1.3a."

Jenness, J. S. (2004). "Calculating landscape surface area from digital elevation models." Wildlife Society Bulletin**32**(3): 829-839.

Lobo, J. M. and J. Hortal (2003). "Modelos Predictivos: Un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica." Ecosistemas**XII**: 1-8.

Lobo, J. M., A. Jiménez-Valverde, et al. (2008). "AUC: A misleading measure of the performance of predictive distribution models." Global Ecology and Biogeography**17**: 145-151.

Loiselle, B. A., C. A. Howell, et al. (2003). "Avoiding Pitfalls of Using Species Distribution Models in Conservation Planning." Conservation Biology**17**(6): 1591-1600.

López, R. W. and J. J. López (1998). Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

López-Ortega, G. and S. Gaona (2003). "Cactáceas Columnares Como Refugios Para *Rhogeessa gracilis* en Zapotitlán Salinas, Puebla, México." Vertebrata Mexicana**13**: 11-14.

Madrigal, X. S. (1997). "Ubicación Fisiográfica de la Vegetación en Michoacán, México." Revista de la Coordinación Científica de Investigación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: 65-75.

Medellín, R., H. Arita., y O. Sánchez (1997). Identificación de los murciélagos de México. México, Asociación Mexicana de Mastozoología.

Núñez, A. G. (2005). Los Mamíferos Silvestres de Michoacán. Diversidad, Biología e Importancia. México, UMSNH.

Ortega-Rodríguez, J. M. (2009). Aplicaciones, Ventajas y Limitaciones Del Modelaje Del Nicho Ecológico Para El Manejo Y conservación De Grupos Con Diferentes Historias De Vida. Programa De Doctorado Institucional En Ciencias Biológicas Facultad de Biología. Morelia, Michoacan México, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. **Doctorado En Ciencias Biológicas: 107.**

Pando, B. B. d. and J. P. d. Giles (2007). "Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica." GeoFocus**7**: 100-119.

Peterson, A. T., M. Papes, et al. (2008). "Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling." Ecological Modelling**213**(1): 63-72.

Phillips, S. J., R. P. Anderson, et al. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions." Ecological Modelling**190**: 231-259.

Pliscoff, P. and T. Fuentes-Castillo (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." Revista de Geografía Norte Grande(48): 61-79.

Polaco, O. J. and R. Muñiz-Martínez (1987). "Los murciélagos de la costa de Michoacán, México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas." Instituto Politécnico Nacional**31**: 63-89.

Rzedowski, J. (1978). "Vegetación de México." Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México: 504.

Siqueira, M. F. d., G. Durigan, et al. (2008). "Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species." Journal for Nature Conservation**17**: 25-32.

Soberon, J. and A. T. Peterson (2005). "Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species Distributional Areas." Biodiversity Informatics**2**: 1-10.

Solórzano, T. Á. (1965). "Baedon alleni, Rhogeessa tumida major and R. parvula parvula newly reported for Michoacan, with notes on the qualitative differentiation of the two Rhogeessas." The Southwestern Naturalist**10**(1): 60-78.

Toribio, M. and A. T. Peterson (2008). "Prioritisation of Mexican lowland rain forests for conservation using modelled geographic distributions of birds." Journal for Nature Conservation**16**(2): 109-116.

Villalpando-R, J. A. and J. Arroyo-Cabrales (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.

Villegas, J. R. and A. Bueno-Cabrera. (2009). Working with climate data and niche modeling I. Creation of bioclimatic variables. Cali, Colombia, International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

Viveros, J. C. V. (2010). Diversidad Alafa Abundancia de los Murciélagos de hoja Nasal (Phyllostomidae) en Xpujil, Campeche. Facultad de Biología. Veracruz, Universidad Veracruzana. **Licenciatura**.

Wilson, D. E. (1997). Bat In Question. The Smithsonian Answer Book. Washington, D. C. 20560.

Wilson, D. E. y. D. M. R. (1993). Mammals Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference. Washington, D.C., Smithsonian Institution Pres

CAPÍTULO II

Análisis de las especies de murciélagos que comparten hábitat con *Rhogeessa mira* en la Depresión del Balsas, Michoacán, México.

Mario Manuel Suárez Suárez,¹ Juan Manuel Ortega-Rodríguez,¹ Joaquín Arroyo-Cabral,² Irine Suazo Ortuño,³ Martina Medina Nava⁴ y Javier Salvador Robles del Valle⁵

RESUMEN

Los quirópteros son el segundo orden más diverso dentro de los mamíferos y ocupan un papel fundamental dentro de los ciclos ecológicos, locales, regionales y globales debido a sus múltiples interacciones bióticas, como por ejemplo: el papel que juegan en la regeneración de bosques tropicales con la dispersión de semillas, la polinización de muchas especies de plantas y la regulación de poblaciones de insectos; jugando un papel importante en la economía humana. Este grupo de especies son también muy sensibles a la deforestación y la fragmentación de bosques y por ello son útiles como indicadores del bienestar de un ambiente. Por tal motivo este trabajo tuvo como objetivo caracterizar la comunidad de quirópteros que comparten hábitat con *R. mira*, especie exclusiva a una porción de la Cuenca del Balsas en el estado de Michoacán. Se muestrearon 6 localidades durante el periodo de Agosto de 2012 a marzo de 2013, en el que se utilizaron tres redes de niebla de 2 por 6 m de largo, de tipo nylon, por noche de colecta. Las redes se abrieron a las 18:00hrs y cerraron a las 24:00hrs, revisándose a intervalos regulares de tiempo, dependiendo de la actividad de los murciélagos. Se capturaron 105 individuos de las familias Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae, correspondientes a 21 especies, siendo *Artibeus jamaicensis*, *Macrotus waterhousii* y *Glossophaga morenoi* las especies más abundantes, se registraron cinco listadas

bajo alguna categoría de riesgo y en conjunto representan el 29% de las especies de murciélagos conocidos para el estado de Michoacán.

Palabras clave: Quiropteros, caracterizar, comparten hábitat, *Rhogeessa mira*

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el orden Chiróptera es uno de los más diversos. Por gran abundancia y diversidad, los murciélagos son un grupo que juega un papel importante en la estructura y función de los ecosistemas, (Ceballos y Oliva 2005). En México se distribuyen 137 especies que habitan desde el nivel del mar y hasta los 3,500 msnm, con especies migratorias y endémicas (Medellín 1997). El estado de Michoacán se localiza en una zona de transición biótica, por lo cual está considerado zona de confluencia de especies. Ocupa el quinto lugar en diversidad biológica del país, esto como resultado de la combinación de condiciones biogeográficas, orográficas, climatológicas y de vegetación, lo cual ha permitido el desarrollo de endemismos. El estado de Michoacán representa el 3.1% del territorio nacional con 58,934 Km² reportándose entre 170 y 172 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva 2005; Núñez 2005). Esta riqueza incluye a 21 especies endémicas para el país y tres para el estado: la tuza purépecha *Zygogeomys trichopus*, el ratón de patas blancas *Peromyscus winkelmani*, y el murciélago amarillo del Balsas *Rhogeessa mira* (Núñez 2005). De toda esa riqueza, la mayor proporción está constituida principalmente por murciélagos y roedores (Ramos-Vizcaíno et al. 2007).

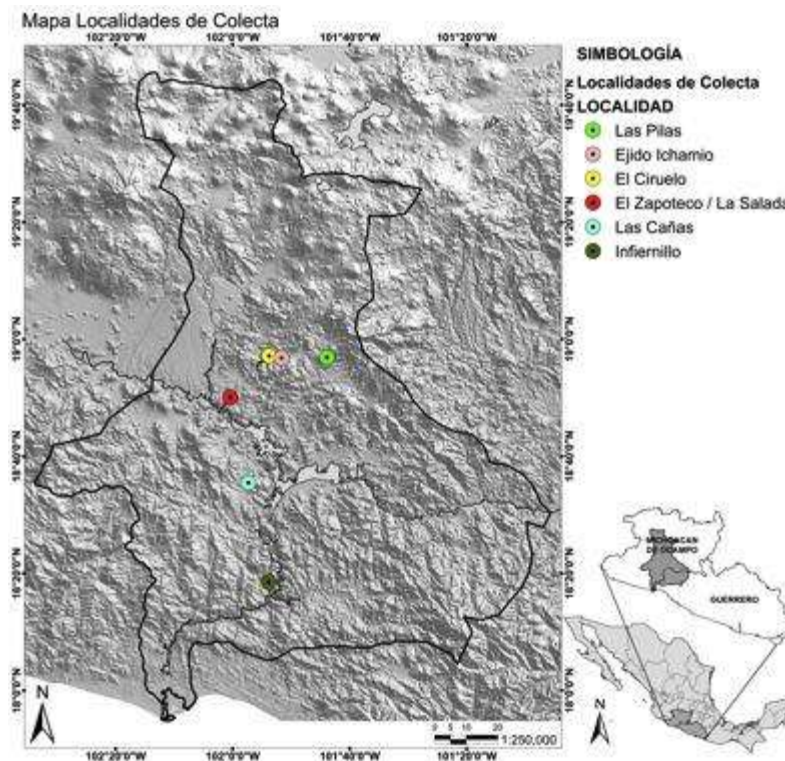
Con base en los estudios realizados, Michoacán es de los pocos estados donde la riqueza del orden Chiróptera es superior a la del orden Rodentia (CONABIO 2005). La diversidad de murciélagos en el estado se estima entre 72 y 76 especies (Núñez 2005), las cuales se encuentran agrupadas en siete familias: Emballonuridae (cuatro especies), Noctilionidae (una sp), Mormoopidae (cuatro spp.), Phyllostomidae (28 spp.), Natalidae (una sp), Molossidae (13 spp.) y Vespertilionidae (21 spp.). Siguiendo los arreglos taxonómicos de (Wilson 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

Este estudio se realizó en el área de distribución delimitada para *Rhogeessa mira*, como parte del proyecto de investigación denominado: JMO25 “Mapas de distribución del murciélago amarillo del Balsas (*R. mira*), endémico a Michoacán” financiado por la CONABIO.

Localización geográfica: Se encuentra inmersa dentro de la Cuenca del Balsas, la cual está limitada al Norte por el Sistema Volcánico Transversal y al sur por la Sierra Madre del Sur. El área de estudio se encuentra conformada por dos subcuencas hidrológicas, la del Río Tepalcatepec-Infiernillo y la de del Río Balsas-Infiernillo, que en conjunto cubren una superficie de 14,841 km² (Figura 9). En el área de estudio se puede encontrar una gran variedad de tipos de vegetación. Sin embargo el muestreo se restringió hacia zonas con una vegetación de Bosque Tropical Caducifolio y Matorral Xerófilo vegetación en la que se distribuye *R. mira*.



Trabajo de campo

El estudio se realizó en cinco comunidades, lo más cercano posible a las localidades históricas de (*R. mira*). En las que se expusieron 432 metros red durante 72 horas, Programando cuatro salidas de acuerdo al calendario lunar (Figura 9), en un intervalo de nueve noches antes y después de luna nueva, periodo recomendado para la captura de quirópteros, ya que estos mamíferos prefieren las noches oscuras, para evitar depredadores (Morton 1989; Altringham 1996), fenómeno conocido como fobia lunar (Fenton 1991). Se utilizaron redes de niebla como método de muestreo; la selección de los sitios de colecta se hizo siguiendo los siguientes criterios: vegetación, cercanía a cuerpos de agua, senderos hechos por humanos o animales entre la vegetación barrancas etc. y que son usados como rutas de vuelo por los murciélagos (García, Alfaro et al. 2006). Se colocaron tres redes por noche de colecta de dos por seis m. Las cuales estuvieron abiertas de las 18:00hrs a las 24:00hrs, revisándose a intervalos regulares de tiempo, dependiendo de la actividad de los murciélagos.

Los murciélagos capturados en las redes de niebla fueron removidos y colocados en bolsas de manta mientras eran identificados. La identificación se realizó con una guía de capo (Medellín 1997). Para cada individuo capturado, se registró el peso (gramos), sexo (macho/hembra), longitud de antebrazo (milímetros), edad (adulto/juvenil), así como la presencia o ausencia de parásitos y observaciones generales (estado reproductivo, evidencia de lactación, etc.). Se marcó a cada individuo capturado con un pequeño corte de ala izquierda, para identificarlo en capturas sucesivas, evitar recuentos y para posteriores estudios genético.

Análisis de los datos

Para estandarizar el esfuerzo de captura y obtener resultados que puedan ser comparables, se empleó el método descrito por (Medellin 1993) y utilizado por (Colin-Soto 2012), que toma en cuenta el número de metros redes y el tiempo en horas en que estas permanecen abiertas, expresándolo en metros red por hora.

Se utilizó el programa EstimateS Versión 7.5.0 (Colwell 2005) para aleatorizar los datos obtenidos y calcular las curvas de acumulación de especies. Las curvas de acumulación, generadas por los estimadores pueden usarse como medidas de la diversidad alfa, sin embargo, también se utilizaron para determinar cuán eficaz fue el muestreo realizado. En este contexto, se utiliza la información de los estimadores para conocer qué porcentaje de las especies esperadas se colectaron en el muestreo y así definir si la información generada puede ser utilizada para realizar análisis de similitud o complementariedad. Si las curvas indican que se obtuvieron más del 85% de las especies esperadas en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis (Moreno 2001).

Los murciélagos se agruparon según gremios tróficos, utilizando las clasificaciones presentadas por Blondel (2003) y Villalobos (2006) en insectívoros aéreos, insectívoros de sustrato, frugívoros, nectarívoros y hematófagos.

Para determinar el estado de conservación de las especies registradas se revisó la NOM-059-2010, la lista roja de la IUCN y CITES.

RESULTADOS

Esfuerzo de captura

En 12 noches de muestreo se capturando 105 individuos, que representan a cuatro familias y a 21 especies (Cuadro 10). En la curva de acumulación de especies con el estimador Chao 2, elegido por funciona muy bien con pocos registro (Moreno 2001) se observa que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo.

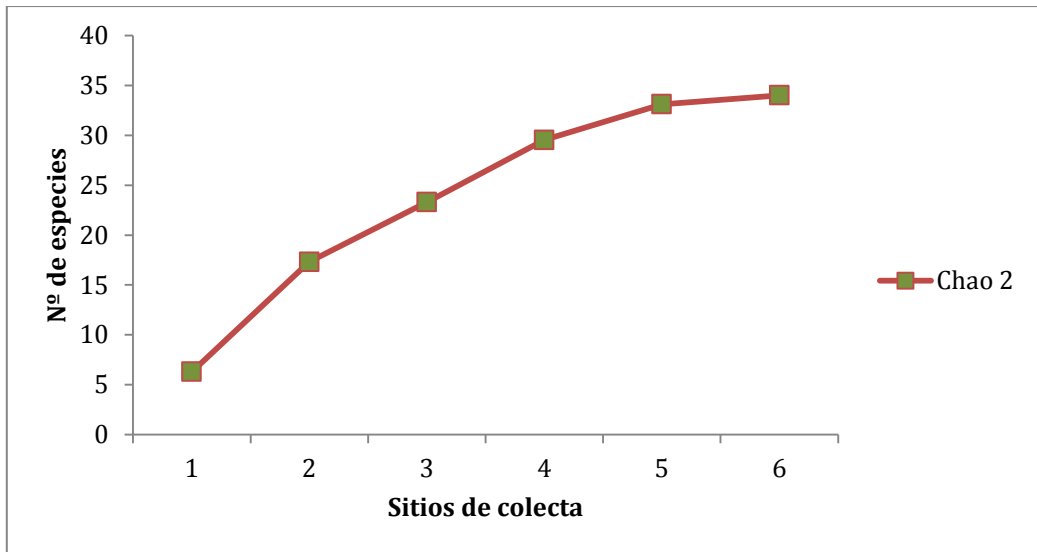


Figura10. Curva de acumulación para las especies de murciélagos que comparten hábitat con *R. mira* utilizando Chao2.

Riqueza

Se registraron 21 especies durante el trabajo de campo (Cuadro 10). Del total de especies registradas cinco se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, dos son endémicas al país y una es endémica para Michoacán (Cuadro 11).

Cuadro 10. Registros de las especies acompañantes de *Rhogeessa mira*.

Familia	Especie	Número de Individuos
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	3
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	1
	<i>Pteronotus parnellii</i>	5
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	1
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	38
	<i>Artibeus lituratus</i>	2
	<i>Artibeus phoetis</i>	1
	<i>Artibeus tolteca</i>	4
	<i>Choeronycteris mexicana</i>	1
	<i>Desmodus rotundus</i>	5
	<i>Glossophaga commissarisi</i>	3
	<i>Glossophaga morenoi</i>	7
	<i>Glyphonycteris silvestris</i>	1
	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	3
	<i>Macrotus waterhousii</i>	13
	<i>Musonycteris harrisoni</i>	4
	<i>Sturnira ludovici</i>	5
Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	1
	<i>Myotis fortidens</i>	1
	<i>Rhogeessa alleni</i>	1

Cuadro11. Especies listadas en alguna categoría de riesgo (NOM-059, IUCN/CITE).

Familia	Especie	NOM-059	IUCN/CITES	Endemismos
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Amenazada	N/A	-
Phyllostomidae	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Amenazada	Vulnerable	-
Phyllostomidae	<i>Musonycteris harrisoni</i>	Protegida	Vulnerable	México
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa alleni</i>		En Peligro	México
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa mira</i>	Protegida	Vulnerable	Michoacán

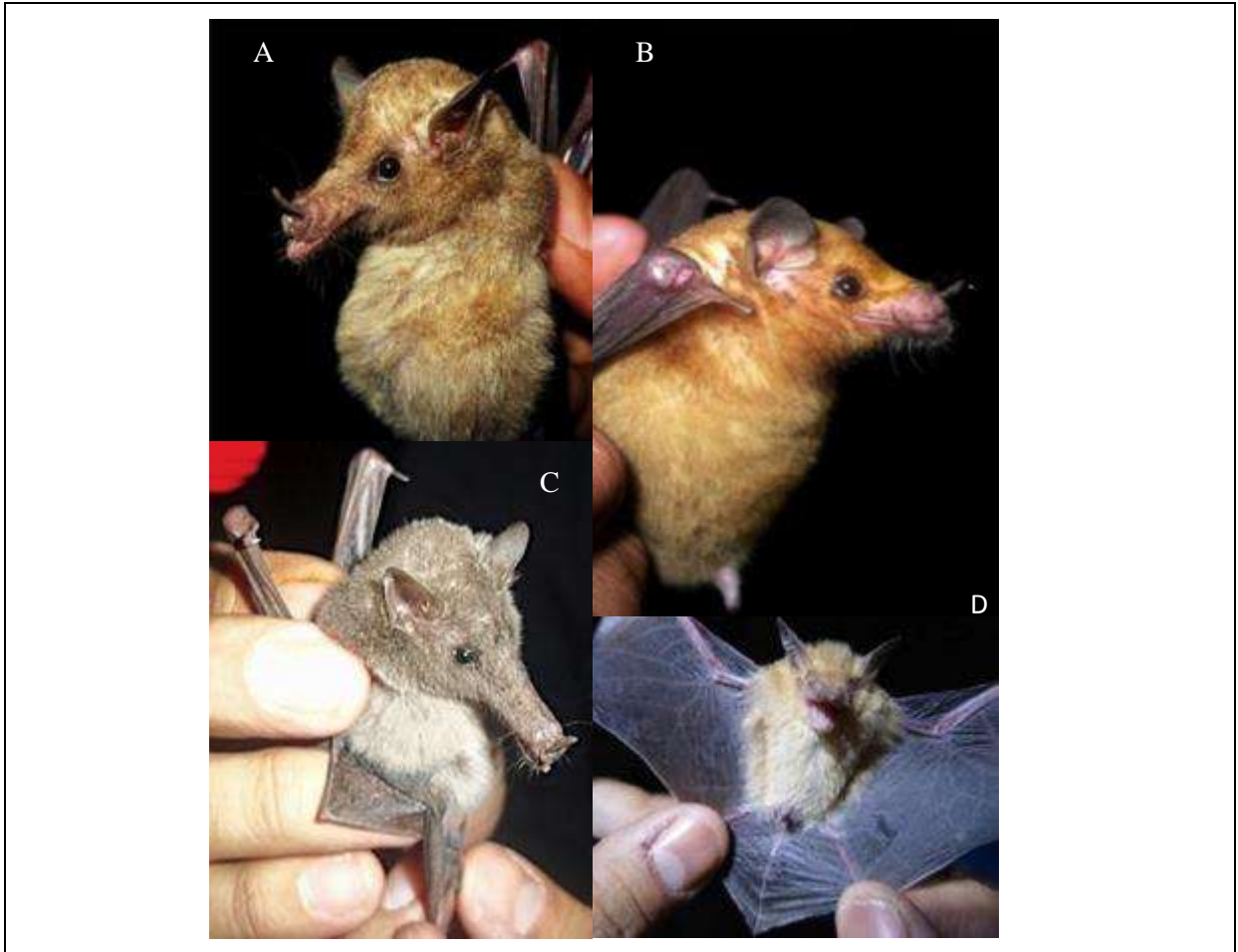


Figura 11. Especies en alguna categoría de riesgo; A) *Choeronycteris mexicana* B) *Leptonycteris yerbabuena*, C) *Musonycteris harrisoni* y D) *Rhogeessa mira*. Las imágenes se obtuvieron durante el trabajo de campo

Abundancia Relativa

La especie más abundante fue *Artibeus jamaicensis* con 38 registros, seguida por *Macrotus waterhousii* con 13 registros y *Glossophaga morenoi* con siete, quienes representaron en conjunto el 55% de la comunidad de murciélagos que comparten hábitat con *R. mira* (cuadro 10).

El 84% de las especies registradas en este estudio pertenecen a la familia Phyllostomidae, el 7% a la familia vespertilionidae, mormopidae con el 6% y Emballonuridae con 3% (Figura 12).

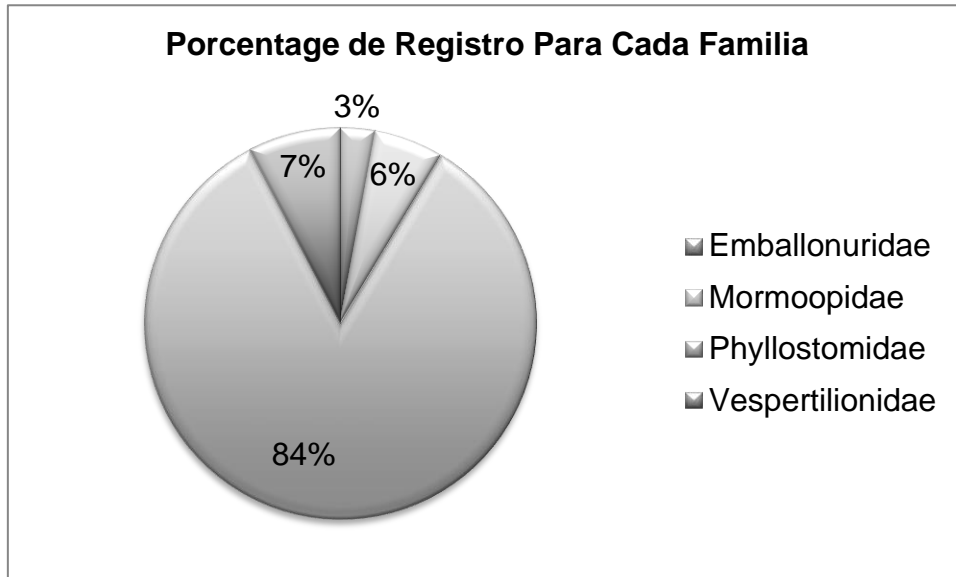


Figura 12. Porcentaje de la abundancia relativa de las especies acompañantes de *R. mira* por familia

Agrupación trófica

Siete especies de las especies registradas pertenecieron al gremio de insectívoros aéreos, dos especies al de insectívoros de sustrato, seis especies al de frugívoros, cinco especies al gremio de nectarívoros y una especie al gremio hematófagos (Cuadro 12). El gremio con mayor número de especies fue el de insectívoros con nueve especies, siete especies insectívoros aéreos (Familias: Emballonuridae, Mormoopidae y Vespertilionidae) y dos insectívoros de sustrato (Familia: Phyllostomidae), mientras que el gremio de los frugívoros estuvo representado por seis especies de la familia Phyllostomidae. En cuanto a abundancias en el gremio de

los insectívoros se obtuvieron solo 31 registros, representando el 29% del total, de forma comparativa los frugívoros representaron el 49% (51 registros).

Cuadro12. Especies de murciélagos que comparten habitat con *R. mira* listadas por gremio alimenticio.

Familia	Especie	Villalobos 2006
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Insectívoro Aéreo
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Insectívoro Aéreo
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Insectívoro Aéreo
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Frugívoro
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Frugívoro
	<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro
	<i>Artibeus phoetis</i>	Frugívoro
	<i>Artibeus tolteca</i>	Frugívoro
	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Nectarívoro
	<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago
	<i>Glossophaga commissarisi</i>	Nectarívoro
	<i>Glossophaga morenoi</i>	Nectarívoro
	<i>Glyphonycteris silvestris</i>	Insectívoro de Sutrato
	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Nectarívoro
	<i>Macrotus waterhousii</i>	Insectívoro de Sutrato
	<i>Musonycteris harrisoni</i>	Nectarívoro
	<i>Sturnira ludovici</i>	Frugívoro

Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Insectivoro Aéreo
	<i>Myotis fortidens</i>	Insectivoro Aéreo
	<i>Rhogeessa alleni</i>	Insectivoro Aéreo
	<i>Rhogeessa mira</i>	Insectivoro Aéreo

DISCUSIÓN

La diversidad de murciélagos para Michoacán se estima entre 72-76 especies (CONABIO 2005), siendo las regiones tropicales, del estado (Balsas Sierra y Costa) las que albergan la mayor diversidad con 60 especies, lo cual representa el 81% de las reportadas para el estado (Álvarez-Solórzano y Lopez-Vidal 1998). Durante este trabajo se registraron 21 especies, las cuales representan el 29% de las especies de murciélagos conocidos para el estado de Michoacán (CONABIO 2005), el 35% de las especies estimadas para las regiones tropicales del estado y el 47% de las especies estimadas para la región del Balsas (Álvarez-Solórzano y Lopez-Vidal 1998). En este trabajo se reportan especies raras, las cuales se encuentran típicamente a tan bajas densidades que es poco común registrarlas, tal es el caso de los murciélagos del género *Rhogeessa* (Wilson 1993; Arroyo-Cabrales and Polaco 1997; Medellín 1997). De las especies registradas 18 no se encuentran catalogadas en ninguna situación de riesgo, dos se encuentran catalogadas como amenazadas y dos bajo protección (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Con las redes de niebla, método de colecta empleado en este estudio, se logró la captura de murciélagos con relativa facilidad, pese a las limitaciones que muchos autores reportan para este método de colecta (Fleming et al., 1972; Graham, 1983; Fleming, 1986; Muñoz, 1990; Reis y Muller, 1995; Kalko et al., 1996; Stoner, 2005) ya

que está más dirigido a la captura de la Familia Phyllostomidae, que agrupa especies que habitan y forrajean en el sotobosque, lo cual se refleja en nuestros resultados, al ser la familia Phyllostomidae la mejor representada; sin embargo, también en este estudio se reportan especies de murciélagos insectívoros aéreos (familias Emballonuridae, Mormoopidae y Vespertilionidae), que forrajean lejos y alto, por encima del dosel del bosque, registrando especies como *L. ega*, *R. alleni* y *R. mira*, esta última especie con 27 años de no ser observada y registrada. Es interesante mencionar que estas especies no fueron registradas por (Colin-Soto 2012), quien realizó un importante esfuerzo de muestro dentro del área de distribución de la especie. Sin embargo, ella reporta a *R. párvula*, así como otras especies de la familia Molossidae, que no se registraron en este estudio..

Pese a las limitaciones del método empleado en este trabajo que puede excluir el registro de algunas especies, se obtuvieron buenos resultados, al registrarse un importante número de especies, contribuyendo con ello a completar los inventarios regionales. Así, el presente estudio permite vislumbrar parte de la comunidad de quirópteros de la porción baja de la cuenca del Balsas a la que pertenece *R. mira*, sentando así las bases para el desarrollo de estudios posteriores.

CONCLUSIÓN

- Se logró la captura de 21 especies.
- La composición taxonómica, concuerdan con los patrones generales para el trópico, en donde los filostómidos concentran la mayor abundancia de individuos y muchas especies con bajas abundancias locales.
- El gremio mejor representado con un mayor número de especies, fue el de los insectívoros. sin embargo la mayor abundancia la constituyeron los frugívoros.

- La especie más abundante fue *Artibeus jamaicensis*.
- Pese a que el método utilizado está dirigido a la captura de filostomidos, se logró capturar un importante número de especies, dándonos una aproximación al de las especies que conviven con *R. mira*.

REFERENCIAS

Altringham, J. (1996). Bats. Biology and behavior. New York., Oxford University Press.

Alvarez, T. and C. E. Aviña (1965). "Baedon Alleni, Rhogeessa Tumida Major and R. P. Parvula Newly Reportet For Michoacan, With Notes on The Qualitative Differentiation of The two Rhogeessas." The Southwestern Naturalist**10**(1): 69-78.

Álvarez-Solórzano, T. and J. C. Lopez-Vidal (1998). Biodiversidad de los mamíferos en el Estado de Michoacán. I. P. Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

Antaramian, A. and G. Correa (2003). Fisiografía. In Atlas Geográfico de Michoacán. México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Secretaría de Educación de Michoacán El Colegio de Michoacán.

Arroyo-Cabrales, J. and O. J. Polaco (1997). "Mammalian Species Rhogeessa mira." American Society of Mammalogists: 550 551-552.

Barve, N. (2008). "Tool for Partial-ROC (Biodiversity Institute, Lawrence, KS), ver 1.0."

Blondel, J. (2003). "Guild sor functional groups: does it matter?" Oikos**100**(2): 223-231.

Burrough, P. A. (1989). "Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation." Journal of Soil Science**40**: 477-492. .

Ceballos, G. "Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)."

Ceballos, G. (2002). Actualización de la base de datos del Atlas Mastozoológico de México. Bases de datos SNIB2010. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO.

Ceballos, G., L. Martínez, et al. (2010). Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias Para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México, Fondo De Cultura Económica.

Ceballos, G. and G. Oliva (2005). Los Mamíferos Silvestres de México. Mexico D. F., CONABIO Fondo de Cultura Económica.

Colin-Soto, C. Z. (2012). Riqueza Y Estructura De Comunidades Del Orden Chiroptera En Bosques Tropicales De Michoacán. Facultad de Biología. Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. **Licenciatura:** 63.

Colwell, R. K. (2005). "EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples."

CONABIO (2005). La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. C. N. p. e. C. y. U. d. I. Biodiversidad. México D.F., CONABIO.

Elith, J., C. H. Graham, et al. (2006). "Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data." Ecography**29**(2): 129-151.

Fenton, B. M. (1991). Just bats. University of Toronto, Press, Toronto Buffalo.

García, L. J. G., E. A. M. Alfaro, et al. (2006). "Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México." Revista Mexicana de Mastozoología**10**: 88-91.

Gibson, L., B. Barrett, et al. (2007). "Dealing with uncertain absences in habitat modelling: a case study of a rare ground-dwelling parrot." Diversity and Distributions**13**: 704-713.

Jenness, J. (2006). "Índice de Posición Topográfica (tpi_jen.avx) extensión para ArcView 3.x, v 1.3a."

Jenness, J. S. (2004). "Calculating landscape surface area from digital elevation models." Wildlife Society Bulletin**32**(3): 829-839.

Lobo, J. M. and J. Hortal (2003). "Modelos Predictivos: Un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica." Ecosistemas**XII**: 1-8.

Lobo, J. M., A. Jiménez-Valverde, et al. (2008). "AUC: A misleading measure of the performance of predictive distribution models." Global Ecology and Biogeography**17**: 145-151.

Loiselle, B. A., C. A. Howell, et al. (2003). "Avoiding Pitfalls of Using Species Distribution Models in Conservation Planning." Conservation Biology17(6): 1591-1600.

López, R. W. and J. J. López (1998). Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

López-Ortega, G. and S. Gaona (2003). "Cactáceas Columnares Como Refugios Para *Rhogeessa gracilis* en Zapotitlán Salinas, Puebla, México." Vertebrata Mexicana13: 11-14.

Madrigal, X. S. (1997). "Ubicación Fisiográfica de la Vegetación en Michoacán, México." Revista de la Coordinación Científica de Investigación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: 65-75.

Medellín, R., H. Arita., y O. Sánchez (1997). Identificación de los murciélagos de México. México, Asociación Mexicana de Mastozoología.

Medellin, R. A. (1993). Estructura y diversidad de la comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. México.

Moreno, C. E. (2001). Metodos para medir la biodiversidad. Zaragoza (España), Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Morton, A. P. (1989). Murciélagos tropicales americanos. Estados Unidos, World Wildlife Fund.

Núñez, A. G. (2005). Los Mamíferos Silvestres de Michoacán. Diversidad, Biología e Importancia. México, UMSNH.

Ortega-Rodríguez, J. M. (2009). Aplicaciones, Ventajas y Limitaciones Del Modelaje Del Nicho Ecológico Para El Manejo Y conservación De Grupos Con Diferentes Historias De Vida. Programa De Doctorado Institucional En Ciencias Biológicas Facultad de Biología. Morelia, Michoacan México, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. **Doctorado En Ciencias Biológicas**: 107.

Pando, B. B. d. and J. P. d. Giles (2007). "Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica." GeoFocus**7**: 100-119.

Peterson, A. T., M. Papes, et al. (2008). "Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling." Ecological Modelling**213**(1): 63-72.

Phillips, S. J., R. P. Anderson, et al. (2006). "Maximum entropy modeling of species geographic distributions." Ecological Modelling**190**: 231-259.

Pliscoff, P. and T. Fuentes-Castillo (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." Revista de Geografía Norte Grande(48): 61-79.

Polaco, O. J. and R. Muñiz-Martínez (1987). "Los murciélagos de la costa de Michoacán, México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas." Instituto Politécnico Nacional**31**: 63-89.

Ramos-Vizcaino, I., S. Guerrero-Vázquez, et al. (2007). "Patrones De Distribución Geográfica De Los Mamíferos De Jalisco." Revista Mexicana De Biodiversidad**78**: 175-189.

Rzedowski, J. (1978). "Vegetación de México." Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México: 504.

Siqueira, M. F. d., G. Durigan, et al. (2008). "Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species." Journal for Nature Conservation**17**: 25-32.

Soberon, J. and A. T. Peterson (2005). "Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species Distributional Areas." Biodiversity Informatics**2**: 1-10.

Solórzano, T. Á. (1965). "Baedon alleni, Rhogeessa tumida major and R. parvula parvula newly reported for Michoacan, with notes on the qualitative differentiation of the two Rhogeessas." The Southwestern Naturalist**10**(1): 60-78.

Toribio, M. and A. T. Peterson (2008). "Prioritisation of Mexican lowland rain forests for conservation using modelled geographic distributions of birds." Journal for Nature Conservation**16**(2): 109-116.

Villalobos, F. C. C. (2006). "Estructura y efecto de la escala en la comunidad de murciélagos del Istmo de Tehuantepec, un enfoque ecomorfológico." Facultad de Ciencias. UNAM, México, DF.

Villalpando-R, J. A. and J. Arroyo-Cabrales (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.

Viveros, J. C. V. (2010). Diversidad Alfa Abundancia de los Murciélagos de hoja Nasal (Phyllostomidae) en Xpujil, Campeche. Facultad de Biología. Veracruz, Universidad Veracruzana. Licenciatura.

Wilson, D. E. (1997). Bat In Question. The Smithsonian Answer Book. Washington, D. C. 20560.

Wilson, D. E. y D. M. R. (1993). Mammals Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.