



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**DISTRIBUCIÓN DE MARIPOSAS ORNAMENTALES EN MÉXICO:
UN ESTUDIO DE CASO PARA VERACRUZ**

JAZMÍN JACINTO PADILLA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ

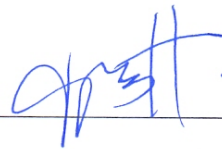
2016

La presente tesis, titulada: **Distribución de mariposas ornamentales en México: un estudio de caso para Veracruz**, realizada por la alumna: **Jazmín Jacinto Padilla**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

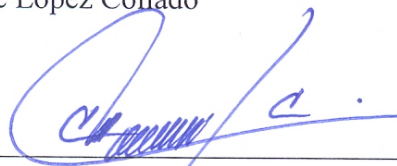
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



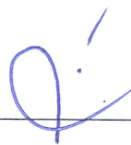
Dr. José López Collado

ASESOR:



Dr. Catalino Jorge López Collado

ASESOR:



M.C. Carlos Gilberto García García

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, 6 de febrero de 2016

DISTRIBUCIÓN DE MARIPOSAS ORNAMENTALES EN MÉXICO: UN ESTUDIO DE
CASO PARA VERACRUZ

Jazmín Jacinto Padilla, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2016

México tiene mariposas con potencial ornamental, pero se desconoce su distribución y diversidad, lo que serviría para fortalecer el manejo sustentable y planificación racional del aprovechamiento de vida silvestre, específicamente para fines recreativos y uso artesanal. La investigación se dividió en dos partes, el primer objetivo fue estimar las áreas geográficas potenciales de 18 especies de importancia ornamental en México. Con registros de colecciones y variables bioclimáticas se generaron modelos con MaxEnt; donde el área bajo la curva osciló entre 0.85 y 0.98. La distribución de las especies fue neotropical, cubriendo los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Morelos. El segundo objetivo fue seleccionar y jerarquizar las zonas turísticas en cuanto a su favorabilidad para crear y comercializar artesanías con base en mariposas en Veracruz. Para seleccionar y valorizar las zonas se utilizaron los factores: área de la zona, número de turistas, tamaño de población, caminos, fuentes de insumo y diversidad de especies de mariposas. Las zonas turísticas se evaluaron con un índice de favorabilidad mediante la suma ponderada de los factores anteriores normalizados. Se seleccionaron 21 zonas turísticas, las más relevantes fueron el puerto de Veracruz-Boca del Río, la zona de Coatzacoalcos y la de Córdoba; favorecidos debido a que incluyen todos los factores con altas calificaciones.

Palabras clave: Artesanías, manejo de especies silvestres, micro-empleos, Proceso Jerárquico Analítico, servicios turísticos.

DISTRIBUTION OF DECORATIVE BUTTERFLIES IN MEXICO: A CASE STUDY FOR
VERACRUZ

Jazmín Jacinto Padilla, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2016

Mexico has butterflies with ornamental potential, but their distribution and diversity is unknown, which would strengthen both planning and sustainable management of these species, specifically for recreational and artisanal use. This research was divided in two parts; the first objective was to estimate the potential distribution of 18 species of ornamental importance in México. With point data and bioclimatic variables, MaxEnt models were generated; the goodness of fit was high, as measured by the Area Under the Curve, ranging from 0.85 to 0.98. The species distribution was mostly in Neotropical regions, covering the states of Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Oaxaca, Guerrero and Morelos. The second objective was to select and rank tourist areas in their favorability to create and market crafts based on butterflies in the state of Veracruz. Zone area, number of tourists, local population size, roads, raw material availability and diversity of butterfly species were factors used to assess the areas. These factors were combined into a favorability index to rate the given areas. 21 tourist areas were selected, the most important were Veracruz-Boca del Río, Coatzacoalcos and Córdoba; they ranked highest because they include all the factors with the highest scores.

Key words: Butterfly crafts, wildlife management, micro-employment, Analytic Hierarchy Process, tourism services.

DEDICATORIAS

A mi hermano por ser un guerrero en la vida, ayudarme y apoyarme en todo momento.

A la biodiversidad de México, a la ciencia y filosofía por existir.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada a través del posgrado de Agroecosistema Tropicales.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, por la oportunidad otorgada de formación académica.

Consejo particular:

Dr. José López Collado por aceptar ser mi consejero, e incursionarme en el apasionado tema del modelaje de especies y trasmitirme día a día sus valiosos conocimientos en el ámbito de la investigación científica. Gracias por ser un investigador, con capacidad de formar futuros investigadores.

Dr. Catalino Jorge López Collado por su asesoría y apoyo en todo momento.

A cada uno de los profesores que compartieron sus experiencias y conocimientos dentro del aula.

Amigos y compañeros por los gratos momentos vividos.

Gracias Alex por tu apoyo moral.

La presente tesis forma parte de la línea de investigación en Agroecosistemas, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. Planteamiento del problema	2
2. Preguntas de investigación	2
3. Objetivos	3
4. Justificación	3
5. Hipótesis.....	3
6. Revisión de literatura	4
6.1. Importancia mundial de las mariposas.....	4
6.2. Especies comercializadas a nivel internacional	4
6.3. Maneras de comercializar mariposas	5
6.4. Situación nacional de aprovechamiento de mariposas.....	5
6.5. El potencial de espacios en diversidad de mariposas.....	6
6.6. Importancia de las zonas turísticas en Veracruz	6
7. Literatura citada	6
CAPÍTULO I. MODELADO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES PARA EL MANEJO DE VIDA SILVESTRE: MARIPOSAS ORNAMENTALES EN MÉXICO. 10	
1.1. Introducción	13
1.2. Materiales y métodos	15

1.3. Resultados	19
1.4. Discusión y conclusión	32
1.5. Agradecimientos	36
1.6. Literatura citada	36
CAPÍTULO II. ZONAS TURÍSTICAS PARA COMERCIALIZAR ARTESANÍAS CON MARIPOSAS EN VERACRUZ	43
2.1. Introducción	46
2.2. Materiales y métodos	47
2.3. Resultados	51
2.4. Discusión y conclusión	58
2.5. Agradecimientos	60
2.6. Literatura citada	60
CONCLUSIONES GENERALES	64

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1. Familia, especies, código y número de registros analizados de mariposas con potencial ornamental en la creación de artesanías.....	16
Cuadro 1.2. Variables bioclimáticas seleccionadas para generar los modelos de distribución de mariposas ornamentales en México.....	19
Cuadro 1.3. Valores AUC de los modelos de distribución de mariposas ornamentales.....	30
Cuadro 2.1. Principales sitios turísticos, clave y sus atractivos en el estado de Veracruz.	49
Cuadro 2.2. Lugares, número de habitantes y registros observados para ajustar un modelo de regresión lineal doble logarítmica.	52
Cuadro 2.3. Matriz de importancia relativa por pares de los factores relacionados con la producción y comercialización de artesanías basadas en mariposas.....	54
Cuadro 2.4. Factores para obtener el índice de favorabilidad (I_f) de zonas turísticas para crear y comercializar artesanías con base en mariposas ornamentales. R y Pp son el rango y la población rural que potencialmente se puede dedicar a esta actividad.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Distribución en México del primer grupo de especies de mariposas ornamentales con similaridad espacial.....	21
Figura 1.2. Cobertura potencial (%) de la superficie nacional de México de especies de mariposas ornamentales.....	22
Figura 1.3. Distribución en México del segundo grupo de especies con similaridad espacial.....	23
Figura 1.4. Árbol de similaridad basada en el índice de correlación de 18 especies de mariposas con potencial ornamental.	25
Figura 1.5. Diversidad de mariposas ornamentales en México. El gradiente de colores indica la diversidad potencial de especies, los puntos (○) indican los registros observados de las 18 especies de mariposas analizadas.....	27
Figura 1.6. Grafica de caja y valores del área bajo la curva (AUC) de 18 especies de mariposas en relación al número de variables bioclimáticas predictoras seleccionadas al azar.	28
Figura 1.7. Valores del AUC en función del número de capas bioclimáticas predictoras para las 18 especies de mariposas.	29
Figura 1.8. Valores de correlación entre algunos pares de especies en función del tamaño de muestra.	31
Figura 2.1. Ubicación del área de estudio, correspondiente al estado de Veracruz, México.....	48

Figura 2.2. Relación entre el número de turistas y la población total de sitio turístico respectivo.

La línea continua representa a un modelo doble logarítmico y los cuadros son valores observados. Note que la escala es logarítmica en ambos ejes. 53

Figura 2.3. Zonas turísticas y rango de favorabilidad (Z-R) relevantes a la producción y venta

potencial de artesanías basadas en mariposas para el estado de Veracruz. Las capas corresponden a fuentes de insumo y materia prima (mariposas), accesibilidad y transporte (camino) y zonas de exclusión (áreas naturales protegidas). 57

INTRODUCCIÓN GENERAL

México posee el quinto lugar mundial en diversidad biológica (Llorente-Bousquets & Ocegueda 2008); a nivel nacional Chiapas, Oaxaca y Veracruz son los más biodiversos y también en mariposas (Llorente *et al* 2014). Por otra parte, en el caso de Veracruz, la diversidad de recursos naturales de relevancia recreativa, le ha permitido diversificar su oferta turística; ocupa la quinta posición por el número de turistas, donde 95% son nacionales, lo que fortalece la economía del estado y del país (Propín & Sánchez 2007, SECTUR 2013). Para fomentar la generación de empleos, una alternativa es aprovechar de manera sustentable las mariposas como un elemento en los servicios y productos orientados hacia los turistas.

El orden Lepidoptera se clasifica heurísticamente en palomillas y mariposas, de estas últimas México tiene el 10% del total mundial, ubicadas en la superfamilia Papilionoidea, uno de los grupos más estudiados (Llorente-Bousquets *et al* 2014). Las familias Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae poseen importancia ornamental en el mercado internacional (Gómez-S 2006), por ejemplo, *Morpho helenor Montezuma* Guenée tiene alto valor comercial (Gálvez *et al* 2013).

Las mariposas mexicanas, entre otras, se utilizan como polinizadores e indicadores de diversidad biológica (Luis *et al* 2000, Pozo *et al* 2014). En países como Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú se aprovechan con fines recreativos y comerciales (Fagua *et al* 2002, Monge-Nájera & Gómez 2003, Martínez 2005, Mulanovich 2007, Sivinta 2011). En México, en particular en el sector turístico, los mariposarios son novedosos en algunas entidades como Campeche, Distrito Federal, Morelos, Yucatán y Quintana Roo (Zoológico de Chapultepec 2015). Además, a nivel nacional, se empieza a venderlas vivas para su liberación en eventos sociales y también se podrían vender en forma de artesanía como aretes, llaveros, cuadros, porta retratos, entre otros objetos (Gómez-S 2006, Cruz-Salas 2011). Adicionalmente, se pueden producir *souvenirs* como

son: camisetas, tazas, calendarios, gorras, etc. (Hernández-Soto 2014).

Para ayudar en una planificación racional del aprovechamiento de recursos naturales, como es el caso de las mariposas, es primordial conocer primero la distribución en México de algunas especies con importancia ornamental y aplicar este conocimiento al estado de Veracruz como un estudio de caso. Esto último para seleccionar zonas turísticas y su rango de favorabilidad para crear y comercializar artesanías con base en mariposas.

1. Planteamiento del problema

En México existen especies de mariposas con potencial ornamental, pero se desconoce su distribución y diversidad, lo que serviría para fortalecer el manejo sustentable y planificación racional del aprovechamiento de vida silvestre, específicamente para fines recreativos y uso artesanal. Por ejemplo, la especie *M. h. montezuma* es una de las más demandadas por el mercado nacional e internacional (Cotrina 2008, Cruz-Salas 2011, Gálvez *et al* 2013) pero se desconoce su distribución potencial.

2. Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es la distribución y diversidad de mariposas con potencial ornamental en México?
2. ¿Cuáles son las zonas turísticas favorables para crear y comercializar artesanías a partir de mariposas?

3. Objetivos

1. Estimar las áreas geográficas potenciales en México de 18 especies de mariposas de importancia ornamental.
2. Seleccionar las zonas geográficas favorables para crear y comercializar artesanías con base en mariposas.

4. Justificación

En países de Centro y Sudamérica, desde hace algunos años, se aprovechan las mariposas para generar ingresos económicos por habitantes del ámbito rural (Gómez-S 2006, Sivinta 2011). México cuenta con una alta diversidad de especies tropicales y de amplia distribución (Llorente-Bousquets *et al* 2014); las cuales pueden aprovecharse como alternativa en la generación de recursos económicos adicionales a las actividades agropecuarias, por lo que la finalidad de la presente investigación fue conocer la distribución en México de algunas especies de mariposas de importancia ornamental, para contribuir a una planificación en el aprovechamiento sustentable y manejo de estas especies. Así como evaluar las zonas turísticas en su potencial para el desarrollo de la actividad económica de artesanías.

5. Hipótesis

1. La diversidad de las especies de mariposas ornamentales en México es alta y distribución cubre el centro y sur del país.
2. El potencial de aprovechamiento de mariposas en zonas turísticas es determinado por el acceso a caminos, turistas y disponibilidad de mariposas.

6. Revisión de literatura

6.1. Importancia mundial de las mariposas

Las mariposas, en la actualidad están teniendo auge como atractivo turístico en mariposarios, adornos vivos en bodas, quince años, graduaciones, bautizos y disecadas en forma de artesanías y accesorios (Anguita 2003, Montes Azules 2015). Los principales países exportadores están distribuidos en cuatro continentes; en el Asiático: Malasia, Filipinas, Tailandia, Taiwán, Corea y Hong Kong; en Oceanía: Papúa y Nueva Guinea; en África: Kenia y Madagascar. En América se encuentran en: Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia, Salvador, Perú y Costa Rica; este último país es el mayor exportador en Latinoamérica desde 1984; siendo los principales importadores Estados Unidos, Canadá y Europa (Proexport 2003). También, el mercado de estos insectos crece internamente en los países productores, por ejemplo Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú se dedican a la cría de mariposas nativas para la exportación, con estas actividades se fomenta la conservación de la naturaleza y se generan ingresos a pobladores rurales (Gómez-S 2006, Sivinta 2011).

6.2. Especies comercializadas a nivel internacional

La lista de las especies de mariposas comercializadas internacionalmente es extensa, las más solicitadas son: *Danaus gilippus* (Cramer), *Dryadula phaetusa* (L.), *Glutophrissa drusilla* (Cramer), *Hamadryas feronia* (L.), *Heliconius charitonia* (L.), *Heraclides anchisiades* (F.), *Heraclides cresphontes* (Cramer), *Heliconius erato* (L.), *Heraclides thoas* (Rothschild & Jordan), *Lycorea halia* (Hübner), *Morpho helenor* (Cramer), *Morpho achilles* (L.), *Pyrisitia proterpia* (F.), *Siproeta stelenes* (L.), *Zerene cesonia* (Stoll) (Cotrina 2008, Cruz-Salas 2011). Los precios oscilan desde un dólar hasta 12 por individuo, dependiendo de la especie (Montes Azules 2015).

6.3. Maneras de comercializar mariposas

En el mercado mundial, las mariposas se venden muertas o vivas, las primeras van dirigidas a museos educativos, investigadores, escuelas, coleccionistas particulares e industria de adornos como materia prima para la elaboración de artesanías y accesorios a partir de alas de mariposas. Las segundas son para los jardines de mariposas o mariposarios, liberarlas en fiestas o como regalos (Gómez-S 2006). Se ofertan a través de tiendas y servicios especializados de internet, considerando factores como tiempo, transporte y logística (Cortina 2008).

Actualmente, la venta de mariposas vivas en estado de pupa o crisálida presenta el mayor crecimiento, ya que van dirigidas a las salas de exhibición, las cuales son orientadas con fines turísticos y educativos en países con climas templado y frío donde estas mariposas no existen en forma natural y son muy atractivas por sus formas, tamaños y colores. Así, los jardines-mariposarios se han convertido en grandes áreas con espacios creados artificialmente para simular condiciones naturales parecidas a su hábitat. Se pueden encontrar como parte de parques de atracciones o atractivos turísticos y culturales en museos, zoológicos o jardines, los cuales son visitados por millones de personas al año (Díaz & Ávila 2002, Sánchez 2004).

6.4. Situación nacional de aprovechamiento de mariposas

En México es incipiente la inclusión de mariposas como atractivo turístico o dentro del ecoturismo como un elemento más de atracción, es el caso de algunas entidades como Campeche, Distrito Federal, Morelos, Yucatán y Quintana Roo (Zoológico de Chapultepec 2015). Las especies preferidas para elaborar artesanías a partir de alas de mariposas son *M. h. Montezuma*, *H. C. vazquezae* y *D. g. Thersippus* (Cruz-Salas 2011).

6.5. El potencial de espacios en diversidad de mariposas

La diversidad de Papilionoidae en el país es alta pues cuenta con el 10% del total mundial Llorente-Bousquets *et al* (2014), cercano a países como Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú, que tienen experiencias en el manejo y uso de los recursos naturales, incluyendo a las mariposas tropicales como alternativa comercial, gracias a su riqueza biológica y atractivo visual (Fagua *et al* 2002, Monge-Nájera y Gómez 2003, Martínez 2005, Mulanovich 2007, Sivinta 2011). Las mariposas son utilizadas para exhibición y como materia prima para elaborar productos alternos que generen recursos económicos (Claro 2005).

6.6. Importancia de las zonas turísticas en Veracruz

En la actualidad, México es el décimo país más visitado por extranjeros a nivel mundial (Propín & Sánchez 2007). El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave es el quinto más visitado por turistas nacionales, con aproximadamente cinco millones de turistas al año, dejando una derrama económica de MX\$ 800 por turista al día; los sitios de visita más frecuente son: playas, cascadas, balnearios, lagunas, pueblos mágicos y sitios arqueológicos (SECTUR 2013).

7. Literatura citada

Anguita R (2003) Mariposas: los insectos con más glamour. Reportaje. Revista Ambiental, España, 30-35

Claro C R A (2005) Manual cría de mariposas: una actividad rentable Volumen 3. Cuidando la creación. Ed. San Pablo, Colombia, p 112

Cotrina SD (2008) Documento de trabajo. Serie: Estudios y monitoreo del mercado sobre productos forestales locales. Cuenca Alto Urubamba: Estudio de mercado de mariposas. Proyecto Participación de las comunidades nativas en la conservación y gestión sostenible de los

bosques tropicales en la Amazonía Peruana. CEDIA, p 33

Cruz-Salas LL (2011) Análisis socioeconómico de mariposas de Veracruz para uso artesanal.

Tesis MC. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México, p 86

Díaz J, Ávila LM (2002) Sondeo del mercado mundial de mariposas. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia, pp 38

Fagua G, Gómez R, Gómez, MA (2002) Estudio de viabilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque en territorios dedicados a la siembra de cultivos ilícitos en San José del Guaviare (Colombia). Bol SEA 30:223-224

Gálvez REA, Niño MS, Sánchez RUJ, De León GEI (2013) Ampliación de la distribución de *Morpho helenor montezuma* Guenée, 1859 (Lepidoptera: Nymphalidae) en Tamaulipas, México. Acta Zool Mex (n s) 29:245-247

Gómez-S R (2006) Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. Bol SEA 38:451-460

Hernández-Soto JA (2014) Perspectivas del turismo rural en Santa Ana Teloxtoc, Tehuacan; Puebla, México. Agro produc 7: 64-70

Llorente-Bousquets J, Ocegueda S (2008) Estado del conocimiento de la biota, *In*: Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp 283-322

Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I, Luis-Martínez A, Trujano-Ortega M, Hernández-Mejía BC, Warren AD (2014) Biodiversidad de Lepidoptera en México. Rev Mex Biodivers 85:S353-S371. Doi:10.7550/rmb.31830

Luis MA, Llorente BJ, Vargas FI, Gutiérrez AL (2000) Síntesis preliminar del conocimiento de

los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. SEA 1:275-285

Martínez R (2005) Estudio de factibilidad económico para la recolección-cría y comercialización de mariposas en la comunidad de Peña Roja de la Amazonia Colombiana. Fundación Natura Colombia, Bogotá, p 140

Monge-Nájera J, Gómez FP (2003) Las mariposas tronadoras (*Hamadryas* spp.) y su distribución geográfica en Costa Rica. Biocenosis 17:22-26

Mulanovich DCAJ (2007) Mariposas: guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Perú, p 101

Pozo C, Martínez AL, Salas-Suárez N, Trujano-Ortega M, Llorente BJ (2014) Mariposas diurnas: bioindicadoras de eventos actuales e históricos. *In*: González ZCA, Vallarino A, Pérez JJC, Low PAM (eds) Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. ECOSUR, México, pp 327-348

Proexport Colombia e Instituto Alexander Von Humboldt (2003) Estudio de Mercado: Mariposas en el Estado de California, Estados Unidos. Convenio específico N. 197.1/2003 Proexport Colombia-Instituto Von Humboldt. Bogotá, Colombia, p 61

Propín FE, Sánchez CA (2007) Tipología de los destinos turísticos preferenciales en México. Cuadernos de Turismo 19:147-166

Sánchez RL (2004) Protocolo de cría para dos especies de mariposas *Ascia monuste* y *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) bajo condiciones controladas en el municipio de la Mesa, Cundinamarca. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, p 170

Montes Azules (2015) Libera mariposas vivas. <http://www.nosotros2.com/bodanovia/195/estado/9/catalogo=5455>. Accesado 28 Mar 2015

SECTUR (2013) Encuesta nacional de gastos turísticos en los hogares.
<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Iniciobanner2.aspx>. Accesado 08 diciembre 2015

Sivinta M BM (2011) Inventario de Lepidópteros y su incidencia en la demanda ecoturística especializada del jardín botánica las orquídeas, pertenecientes al sector el Ángel, ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, durante el año 2010. Tesis M.C. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, p138

Zoológico de Chapultepec (2015) Mariposario. <http://www.mariposario.org.mx>. Accesado 22 agosto 2015

**CAPÍTULO I. MODELADO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES PARA EL MANEJO
DE VIDA SILVESTRE: MARIPOSAS ORNAMENTALES EN MÉXICO**

J Jacinto-Padilla¹, J López-Collado, C J López-Collado¹, C G García-García

**SPECIES DISTRIBUTION MODELING FOR WILDLIFE MANAGEMENT:
ORNAMENTAL BUTTERFLIES IN MEXICO**

*Enviado a la Revista Neotropical Entomology, se encuentra en revisión.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km 88.5 carretera federal Xalapa-Veracruz.
Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

²Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km 348 carretera federal Córdoba-Veracruz,
Veracruz, México.

Correspondencia

José López Collado, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km 88.5 carretera federal
Xalapa-Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. CP 91690, e-mail:
jlopez@colpos.mx, tel.: 01 229 2010770 extensión 64344, fax: 01 229 920

Resumen

Las mariposas son un recurso natural renovable que tienen valor comercial en diferentes lugares del mundo. El objetivo del trabajo fue estimar las áreas geográficas potenciales en México de 18 especies de importancia ornamental, para contribuir a una planificación en su aprovechamiento sustentable. Se compilaron registros de colecciones nacionales e internacionales y fuentes especializadas. Los modelos para cada especie fueron generados con Maxent, empleando ocho variables predictoras basadas en temperatura y precipitación; posteriormente se combinaron para estimar la diversidad de especies. La distribución de las especies se dividió en dos grupos de acuerdo a un índice de similitud. Los modelos fueron apropiados pues el área bajo la curva osciló entre 0.85 y 0.98. Por la superficie potencial ocupada, destaca en el primer grupo *Danaus gilippus thersippus* (Bates) (51%) y *Zerene cesonia cesonia* (Stoll) (49%), y en el segundo *Anteos maerula* (F.) (42%) y *Myscelia ethusa ethusa* (Doyère) (40%). En general, ambos grupos presentan una distribución neotropical, distribuyéndose al sur de México. En cuanto a la diversidad de especies, se obtuvieron cuatro clases: nula, baja, media y alta; estas dos últimas cubren el 42 % del territorio nacional. La mayor área potencial cubre Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Morelos. Se discute la relevancia de la distribución de estas especies en relación a su uso potencial para elaborar artesanías y su manejo ambiental como un elemento más de atracción *in situ* para los turistas.

Palabras clave: Artesanías, diversidad de especies, ecoturismo, lepidópteros, manejo de vida silvestre.

Abstract

Butterflies are biological natural resources that have an economic value in different places of the world. The objective of this paper was to estimate the geographic distribution of 18 species present in Mexico considered of ornamental importance and provide information for planning in the sustainable use of these species. Presence data was compiled from specialized sources and databases. Distribution maps were generated for each species with MaxEnt, using eight predictor variables related to temperature and precipitation. A similarity cluster analysis was applied to group the species based on their geographic distribution, and a diversity distribution map was constructed. The models were considered appropriate based on the Area Under the Curve, which ranged from 0.85 to 0.98. Two groups were identified, one occupying a larger area than the second. In the first group the most distributed species were *Danaus gilippus thersippus* (Bates) (51%) and *Zerene cesonia cesonia* (Stoll) (49%) and in the second group were *Anteos maerula* (F.) (42%) and *Myscelia ethusa ethusa* (Doyère) (40%). Overall, both groups present a neotropical distribution in the southern half part of Mexico. Regarding the species richness, the classes with the higher number of species cover about 42% of the national area. States with the higher species potential are Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero and Morelos. The relevance of the distribution of these species in relation to its potential use for handicrafts and environmental management as an element of attraction for tourists is discussed.

Key words: Butterfly crafts, ecotourism planning, recreational insects, species richness.

1.1. Introducción

Los insectos son el grupo más grande en la tierra con cerca de un millón de especies descritas (Hard-Davis *et al* 2011). En su relación con los seres humanos, pueden ser perjudiciales o benéficos. Los insectos causan daño al hombre al convertirse en plagas o vectores de enfermedades, mientras que los beneficios que producen pueden ser por su actividad polinizadora, como agentes de control biológico, por su valor alimenticio o estético. El uso de insectos con fines recreativos comprende el establecimiento de insectarios y mariposarios, la venta de ejemplares a coleccionistas, su liberación en eventos sociales y como materia prima para la creación de artesanías (Gómez-S 2006, Cotrina 2008). Las mariposas son posiblemente el grupo ornamental más importante, por ejemplo, *Morpho helenor montezuma* Guenée es una especie muy atractiva de alto valor comercial debido a sus grandes alas azules (Gálvez *et al* 2013).

El orden lepidoptera es muy extenso, e incluye alrededor de 160000 especies descritas a nivel mundial (Kristensen *et al* 2007). De estas especies en México se encuentran 14507, de las cuales 1683 son mariposas, ubicadas en la superfamilia Papilionoidea, uno de los grupos más estudiados (Llorente-Bousquets *et al* 2014). En la región neotropical se han realizado inventarios de las familias Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae (Lamas 2000); estos grupos en particular, tienen un valor comercial en el mercado internacional (Gómez-S 2006). Algunas especies de importancia económica son: *Danaus gilippus* (Cramer), *Dryadula phaetusa* (L.), *Glutophrissa drusilla* (Cramer), *Hamadryas feronia* (L.), *Heliconius charitonia* (L.), *Heraclides anchisiades* (F.), *Heraclides cresphontes* (Cramer), *Heliconius erato* (L.), *Heraclides thoas* (Rothschild & Jordan), *Lycorea halia* (Hübner), *Morpho helenor* (Cramer), *Morpho achilles* (L.), *Pyrisitia proterpia* (F.), *Siproeta stelenes* (L.), *Zerene cesonia* (Stoll) (Cotrina 2008, Cruz-Salas 2011).

Las especies anteriores tienen una amplia distribución y se encuentran en paisajes agropecuarios como: potreros con cercas vivas, cultivos agrícolas, sistemas silvopastoriles y agroforestales, fragmentos de bosques ribereños, y otros tipos de cobertura arbórea donde el ecosistema ha sido modificado (Blas *et al* 2003, Orozco *et al* 2009, Tobar & Ibrahim 2010).

Conocer la distribución de especies puede ayudar a diversos propósitos, entre ellas el desarrollo de planes, estrategias y políticas públicas de conservación de especies silvestres en algún estatus de amenaza (Escalante *et al* 2000), como es el caso del jaguar *Panthera onca* (L.) (Rodríguez-Soto *et al* 2011). Otras aplicaciones es en los análisis de riesgo para prevenir posibles daños y consecuencias de plagas o vectores de enfermedades como *Murraya paniculata* (L.) planta hospedera de Huanglongbing (HLB) y *Diaphorina citri* Kuwayama (López-Collado *et al* 2013). Un aspecto importante en el manejo de vida silvestre es la localización de áreas potenciales de aprovechamiento, que permitan un uso sustentable de estos recursos (Centeno & Arriaga 2010, González-Bocanegra *et al* 2011).

Los estudios de mariposas en México se han orientado hacia la taxonomía, sistemática, etología, conservación, biogeografía e indicadores de diversidad biológica (Luis *et al* 2000, Pozo *et al* 2014). En otros países como Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú se han realizado inventarios de mariposas con fines de biocomercio sostenible (Fagua *et al* 2002, Monge-Nájera & Gómez 2003, Martínez 2005, Mulanovich 2007, Sivinta 2011). En México es incipiente la inclusión de mariposas como atractivo turístico o dentro del ecoturismo como un elemento más de atracción, es el caso de algunas entidades como Campeche, Distrito Federal, Morelos, Yucatán y Quintana Roo (Zoológico de Chapultepec 2015). En algunas zonas del país se venden mariposas vivas y muertas, las primeras son para mariposarios, liberación en eventos como bodas, quince años, bautizos, graduaciones, entre otros. Las segundas en forma de artesanías y accesorios a partir de

alas de mariposas (Montes Azules 2015). Para un manejo sustentable y planificación racional del aprovechamiento de recursos naturales, en el caso de las mariposas es importante conocer la distribución potencial de las especies. Para este propósito, el objetivo fue estimar las áreas geográficas potenciales en México de algunas especies de mariposas de importancia ornamental.

1.2. Materiales y métodos

Selección de especies y datos georreferenciados

Se eligieron 18 especies de mariposas con potencial ornamental a partir del estudio socioeconómico de mariposas de Veracruz para uso artesanal (Cruz-Salas 2011), con la inclusión de *Morpho achilles montezuma* Guenée, por ser una especie presente en México y afín a *M. helenor montezuma* (Cuadro 1.1). Posteriormente, se compilaron registros de diversas bases de datos: Unidad de Información para la Biodiversidad UNIBIO (2015), base de datos de mariposa del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, LIFEMAPPER (Lifemapper's approach to Species Distribution Modeling 2015), GBIF (Global Biodiversity Information Facility 2015), CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 2015) y otras fuentes especializadas (Durán 2010, Cruz-Salas 2011, León 2010). Los puntos georreferenciados se proyectaron visualmente para verificar su ubicación y eliminar los registros duplicados de cada especie.

Cuadro 1.1. Familia, especies, código y número de registros analizados de mariposas con potencial ornamental en la creación de artesanías.

Familia	Especies	Código	Registros
Nymphalidae	<i>Adelpha basiloides</i>	ADBA	41
Nymphalidae	<i>Archaeoprepona demophon centralis</i>	ARDC	86
Nymphalidae	<i>Danaus gilippus thersippus</i>	DAGT	146
Nymphalidae	<i>Dryadula phaetusa</i>	DRPH	80
Nymphalidae	<i>Hamadryas feronia farinulenta</i>	HAFF	38
Nymphalidae	<i>Heliconius charithonia vazquezae</i>	HECV	146
Nymphalidae	<i>Heliconius erato petiverana</i>	HEEP	84
Nymphalidae	<i>Lycorea halia atergatis</i>	LYHA	144
Nymphalidae	<i>Morpho achilles montezuma</i>	MOAM	59
Nymphalidae	<i>Morpho helenor montezuma</i>	MOHM	117
Nymphalidae	<i>Myscelia ethusa ethusa</i>	MYEE	143
Nymphalidae	<i>Siproeta stelenes biplagiata</i>	SISB	52
Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades idaeus</i>	HEAI	131
Papilionidae	<i>Heraclides thoas autocles</i>	HETA	48
Pieridae	<i>Anteos maerula</i>	ANMA	78
Pieridae	<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>	GLDT	68
Pieridae	<i>Pyrisitia proterpia</i>	PYPR	112
Pieridae	<i>Zerene cesonia cesonia</i>	ZECC	125

Selección de las variables bioclimáticas

La distribución de mariposas ornamentales en México se estimó con MaxEnt (Philips *et al* 2006), empleando variables o capas bioclimáticas de temperatura y precipitación, seleccionadas de 19 variables predictoras de la base de datos del Atlas climático digital de México (Fernández-

Eguiarte *et al* 2010) y los registros de presencia de las especies. Para minimizar la redundancia de información y obtener el menor número de variables con un poder predictivo aceptable; se hizo una selección heurística de las capas en dos etapas con base en el efecto del número de variables sobre el área bajo la curva (AUC) y por análisis de correlación, empleando los valores de las variables predictoras extraídas de los puntos de observación. En la primera etapa se hizo una estimación preliminar del número de capas aceptables en los modelos de distribución, primero se hicieron corridas con combinaciones de variables obtenidas de una selección aleatoria sin reemplazo de 4, 8, 9, 12, 16 y 19 variables, con cinco repeticiones cada una excepto la última. Se utilizó la configuración por omisión de Maxent y los puntos georreferenciados de las especies.

El poder predictivo de los modelos se analizó en función del número de capas mediante el análisis del AUC. Para facilitar la selección de las mismas, las correlaciones se binarizaron a 0 si $r < 0.7$ y 1 si $r > 0.7$, luego se construyó una matriz donde los elementos eran la suma de estos valores binarizados para así identificar los pares de variables que tuvieran la mayor frecuencia en valores altos de correlación mediante un análisis gráfico. Con esto se eliminaron las capas bioclimáticas que estaban correlacionadas y permanecieron aquellas relacionadas a la biología de las mariposas, la cual es influenciada por la temperatura y precipitación (Moyers-Arévalo & Cano-Santana 2009). De esta parte, se seleccionó un grupo base de siete variables y en la segunda etapa se añadieron capas subsecuentes para evaluar su efecto en el poder predictivo del modelo; con esto se seleccionaron ocho variables para la estimación de los modelos finales.

Generación de mapas de distribución de especies

Para producir los modelos de distribución de especies, los registros georreferenciados de presencia se separaron en dos grupos: 70% para generar el modelo, y 30% para su validación.

Los modelos fueron producidos con MaxEnt y las variables bioclimáticas seleccionadas. Adicionalmente, y para mejorar la estimación, se hicieron corridas con la opción de bootstrap y 10 repeticiones para generar mapas con valores promedios; el formato de salida fue logístico. Para facilitar la visualización e interpretación, los mapas de distribución se convirtieron a mapas de presencia-ausencia con un umbral de corte de 0.2.

Generación del mapa de diversidad de especies

Con el fin de representar la riqueza de las especies a nivel nacional, se sumaron los mapas de distribución binaria de las 18 especies y se agruparon en cuatro categorías. La clasificación se basó en el número de especies con las siguientes clases: nula (0), baja (1-4), media (5-11) y alta (12-18).

Similitud de especies

Se hizo un análisis jerárquico de las 18 especies para estimar la similitud entre ellas en cuanto a su distribución, con base en el índice de correlación como medida de distancia. En este caso, también se hizo un análisis preliminar con tamaños de muestra de 50, 100, 500, 1000, 2500, 5000 y 10000 puntos extraídos de los mapas de distribución. El tamaño de muestra se escogió con base en la inspección visual de los coeficientes de correlación donde se alcanzara una respuesta estable. Los valores para realizar la correlación se tomaron mediante muestreo aleatorio de los mapas finales de distribución. Para cada tamaño de muestra se tomaron de manera aleatoria pares de especies y se calculó la correlación entre ellas. Con el tamaño de muestra final se procedió a realizar el árbol de similaridad. Los análisis se realizaron con R v3.2.1 (R Core Team 2015) y Mathematica v8.01 (Wolfram Research 2011), los mapas se realizaron con Quantum GIS v2.10.1 (QGIS Development Team 2009).

1.3. Resultados

Variables Predictoras

La distribución de las mariposas ornamentales en México se generó con ocho variables bioclimáticas, obteniendo 18 mapas binarios ordenados en dos grupos de acuerdo al análisis de similitud. De las ocho variables seleccionadas (Cuadro 1.2), dos fueron promedios anuales que se consideran reflejan las condiciones de todo el año, temperatura y precipitación, y las otras corresponden a valores que pueden ocurrir en verano e invierno (trimestres cálidos y fríos) o bien a períodos de lluvias y sequías. Estas capas se pueden relacionar con fases biológicas de reposo, por ejemplo, en invierno usualmente ocurre la hibernación o diapausa de las especies mientras que en verano es cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de las poblaciones (Logarzo & Gandolfo 2005, Jacobo-Cuellar *et al* 2005).

Cuadro 1.2. Variables bioclimáticas seleccionadas para generar los modelos de distribución de mariposas ornamentales en México.

Variables bioclimáticas	Nombre	Grupo base ^a
BIO 1	Temperatura media anual	+
BIO 10	Temperatura promedio del trimestre más cálido	+
BIO 11	Temperatura promedio del trimestre más frío	++
BIO 12	Precipitación anual	+
BIO 16	Precipitación del trimestre más lluvioso	+
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco	+
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido	+
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío	+

^a El símbolo (+) señala las variables del grupo base y (++) la variable adicional

Distribución potencial de especies

Los mapas de distribución del primer grupo (Fig 1.1) corresponden a especies con una cobertura potencial mayor de 26 %, excepto ARDC que tiene una distribución aproximada de 24 % (Fig 1.2). La especie que cubre una mayor área es DAGT, la mariposa reina, le sigue la especie ZECC, un piérido con amplia distribución. Las especies con menor cobertura en este grupo son SISB y ARDC. Las especies DAGT, HECV, PYPR y ZECC son las que alcanzan las áreas del noroeste del país, mientras que las otras especies se distribuyen en las partes costeras del Golfo de México, del Pacífico y la península de Yucatán. En ésta última, la mayoría de estas especies tienen amplia ocurrencia excepto ARDC, HEAI, LYHA y SISB que tienen una presencia fragmentada.

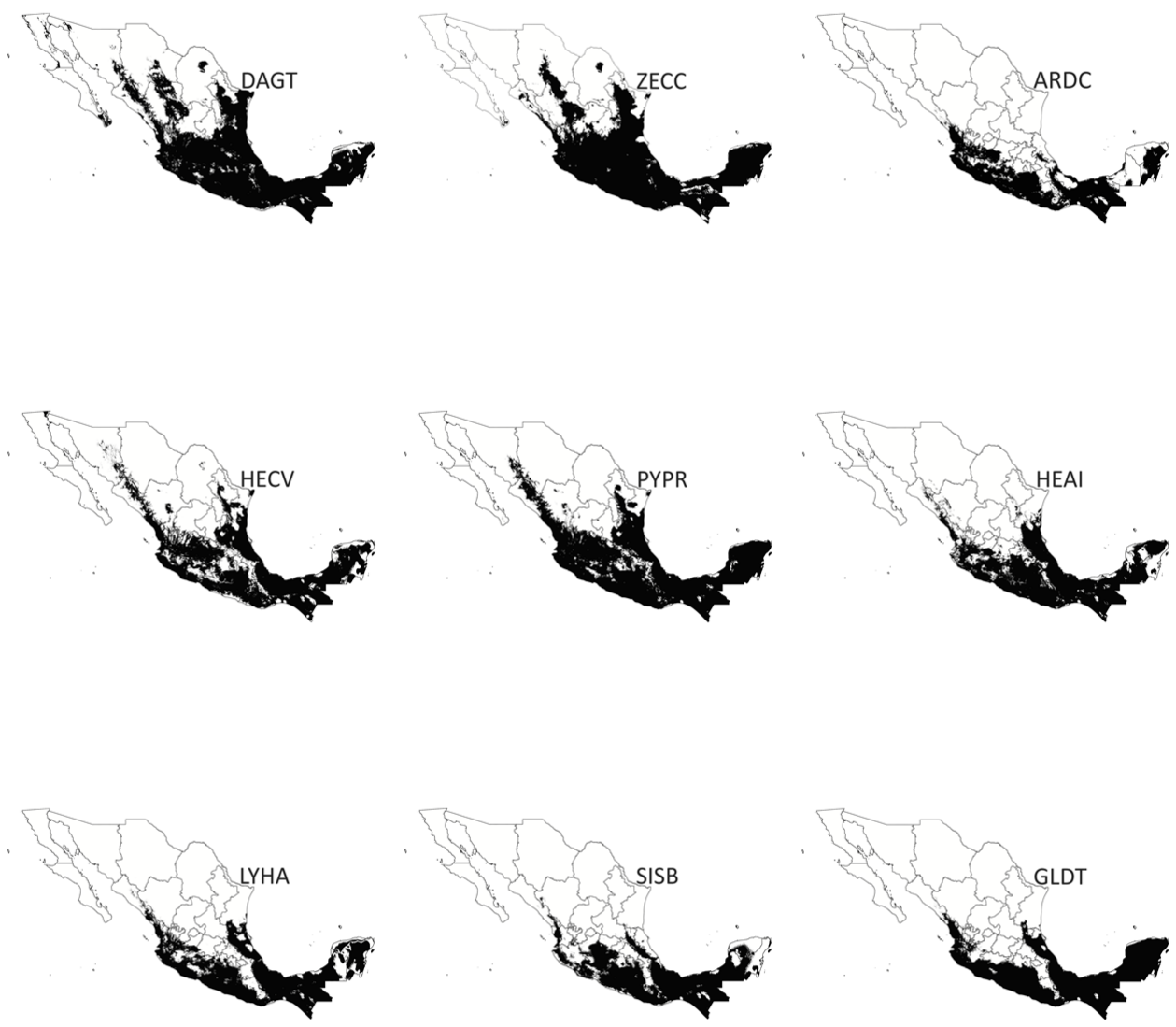


Figura 1.1. Distribución en México del primer grupo de especies de mariposas ornamentales con similaridad espacial.

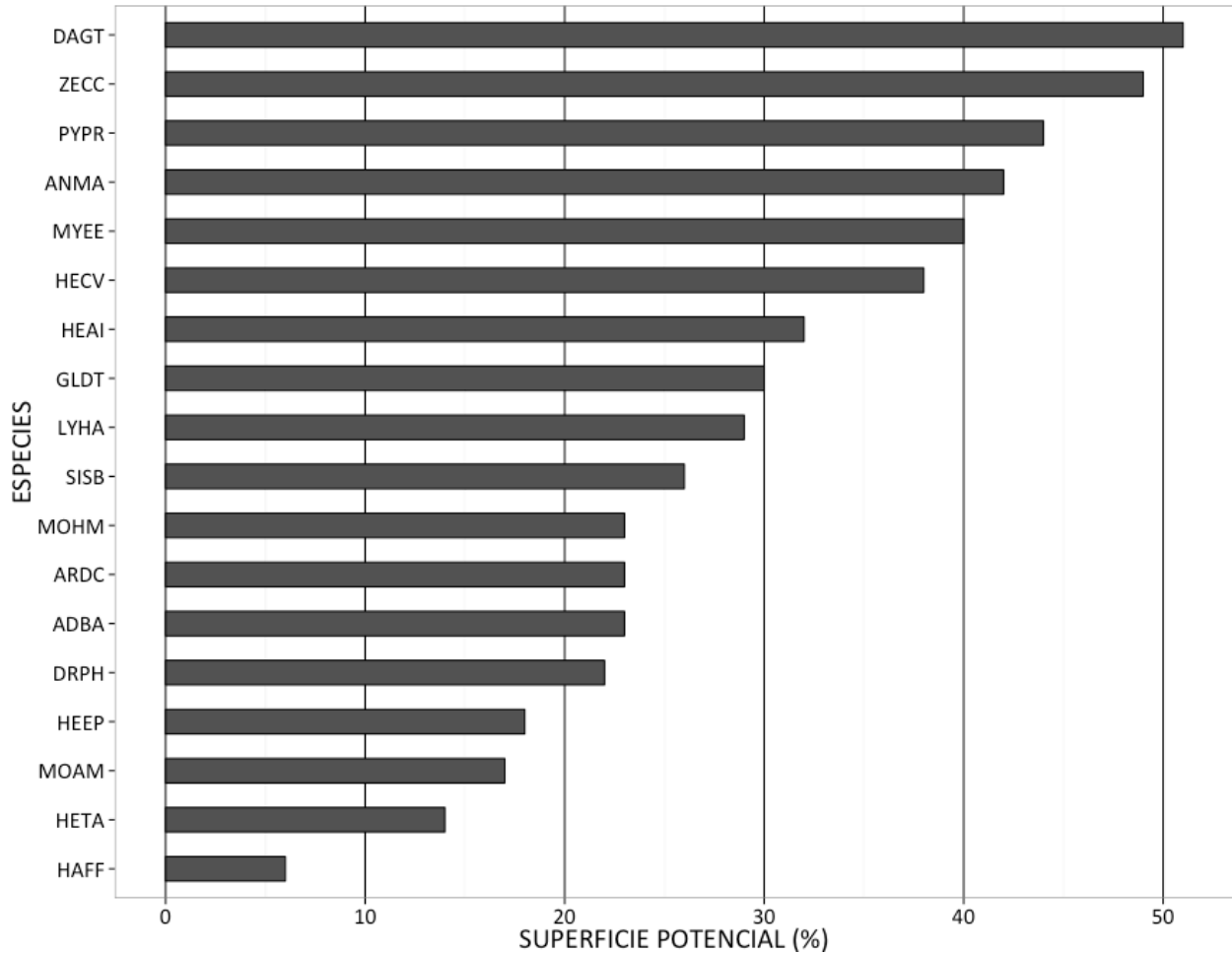


Figura 1.2. Cobertura potencial (%) de la superficie nacional de México de especies de mariposas ornamentales.

El segundo grupo de especies se presenta en la Figura 1.3, estas especies tienen una cobertura nacional menor de 30 % (Fig 1.2) excepto ANMA y MYEE, que presentan una cobertura entre 40 y 45 %. La especie con la menor área potencial es HAFF, sin embargo, en este caso y posiblemente en otros, la distribución estimada es conservadora, pues para esta especie se ha reportado una distribución que va desde el sur de los Estados Unidos hasta Brasil, Paraguay y Perú (Monge-Nájera & Gómez-Figueroa 2003).

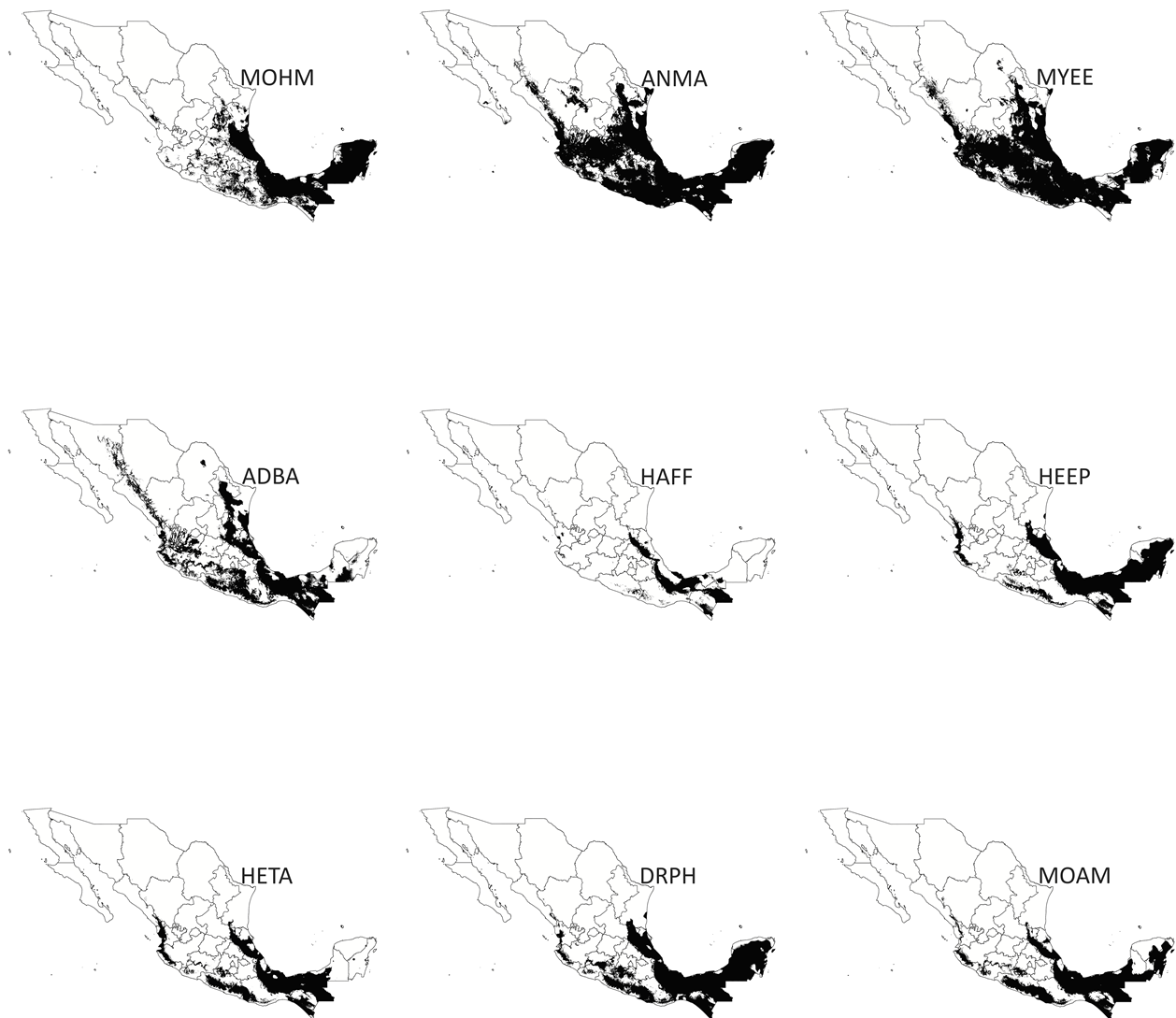


Figura 1.3. Distribución en México del segundo grupo de especies con similaridad espacial.

Uno de los aspectos que cabe destacar de ambos grupos es que, en general, la distribución de las especies corresponde a la región neotropical de México, esencialmente cubriendo la parte sur del país. De manera individual, el área potencial de aprovechamiento para las 18 especies ornamentales en México varía del 51% para DAGT al 6% con HAFF (Fig 1.2), lo cual representa un área de oportunidad para el manejo sustentable de las especies.

Análisis de similaridad

Como se mencionó previamente, el análisis de similaridad espacial dividió las especies en dos grupos principales (Fig 1.4). El primero formado por DAGT y ZECC que tienen una distribución espacial similar (Fig 1.1). ARDC es una especie aislada en similitud, mientras que los pares HECV-PYPR, HEAI-LYHA, y SISB-GLDT comparten valores de similitud. La distribución de este grupo de especies es amplia, mayor a un 30 % (Fig 1.2). Por otra parte, el segundo grupo es más heterogéneo y tiene una distribución más restringida (Figs 1.3, 1.4) donde MOHM está más cerca de ANMA y MYEE que son similares, mientras que ADBA es más disimilar de HAFF, HEEP y HETA, los cuales presentan mayor similaridad entre sí, por último, DRPH y MOAM son notoriamente similares.

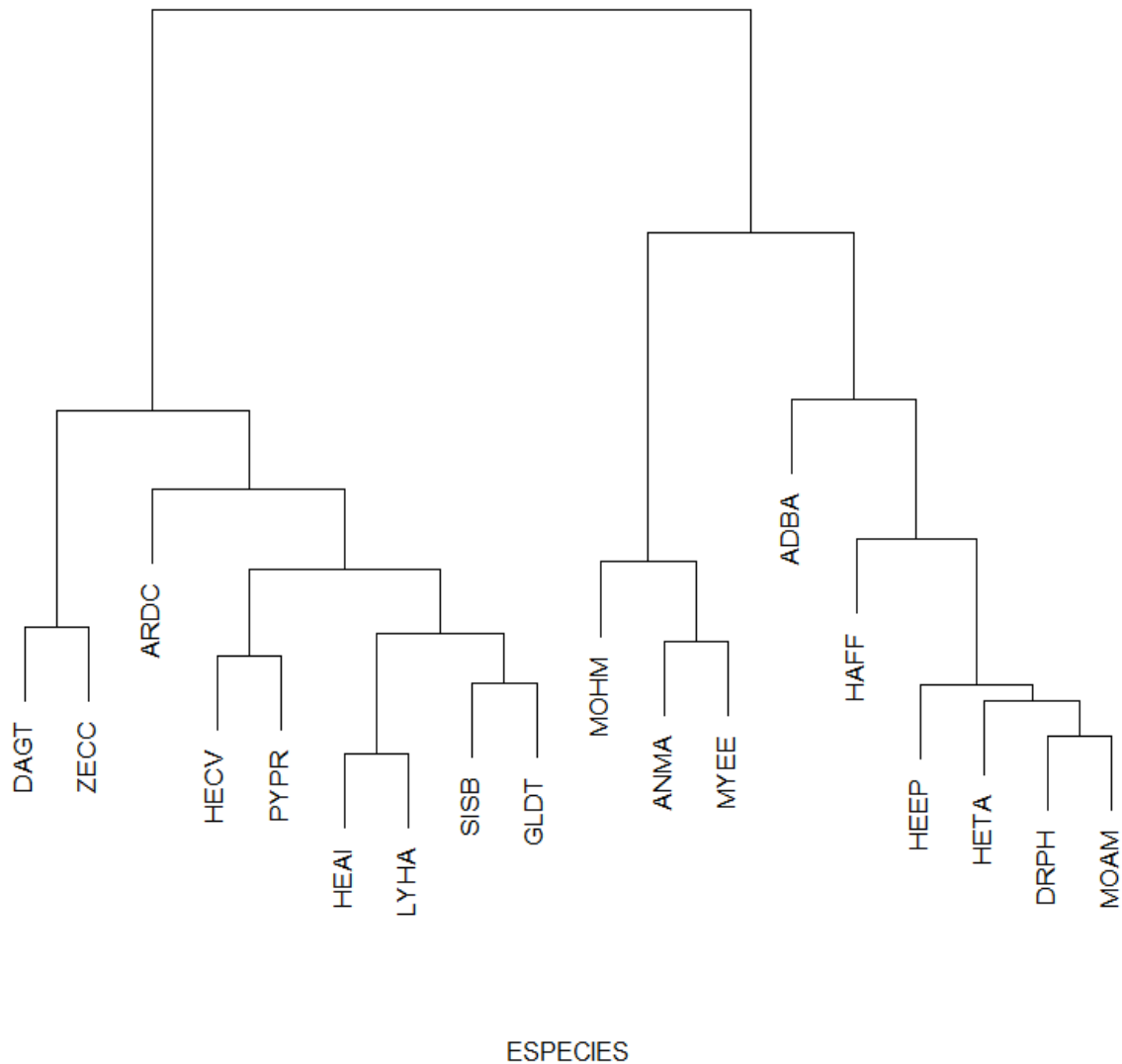


Figura 1.4. Árbol de similaridad basada en el índice de correlación de 18 especies de mariposas con potencial ornamental.

Diversidad de especies

La figura 1.5 muestra cuatro clases de diversidad de especies, donde la nula representa 41% del país, la baja 17%, la media 20% y la alta 22%. Así mismo, la compilación de traslape de especies señala claramente que la región neotropical de México, en los estados del sur del país y la península de Yucatán, son los que presentan una mayor diversidad de especies; cubriendo las clases media y alta un área de 42% del territorio, mientras que en la zona norte del país hay una

disminución significativa en el número de especies. La península de Baja California en su zona sur presenta menos diversidad de especies que estados en la misma latitud pero situados en la costa del Pacífico y del Golfo de México.

Los estados de la República Mexicana con alto potencial de encontrar entre 12 a 18 especies se sitúan en la costa del Golfo: Tamaulipas, Veracruz y Tabasco; en la península de Yucatán: Campeche, Yucatán y Quintana Roo; la zona costera del Pacífico: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; en el centro: Guanajuato, estado de México, Morelos, Puebla, Hidalgo y Querétaro; en el norte, San Luis Potosí. Sin embargo, se visualiza en la figura 1.5 que algunas entidades presenta una cobertura mayor de área potencial como Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Morelos. Además, coinciden con los registros observados (Fig 1.5) y con algunos mariposarios empleados en actividades recreativas en turismo. La clase de alta diversidad se ubica esencialmente de bajo Trópico de Cáncer. El resto del país, en la parte norte, tiene probabilidad media, baja y nula de que ocurran estas especies.

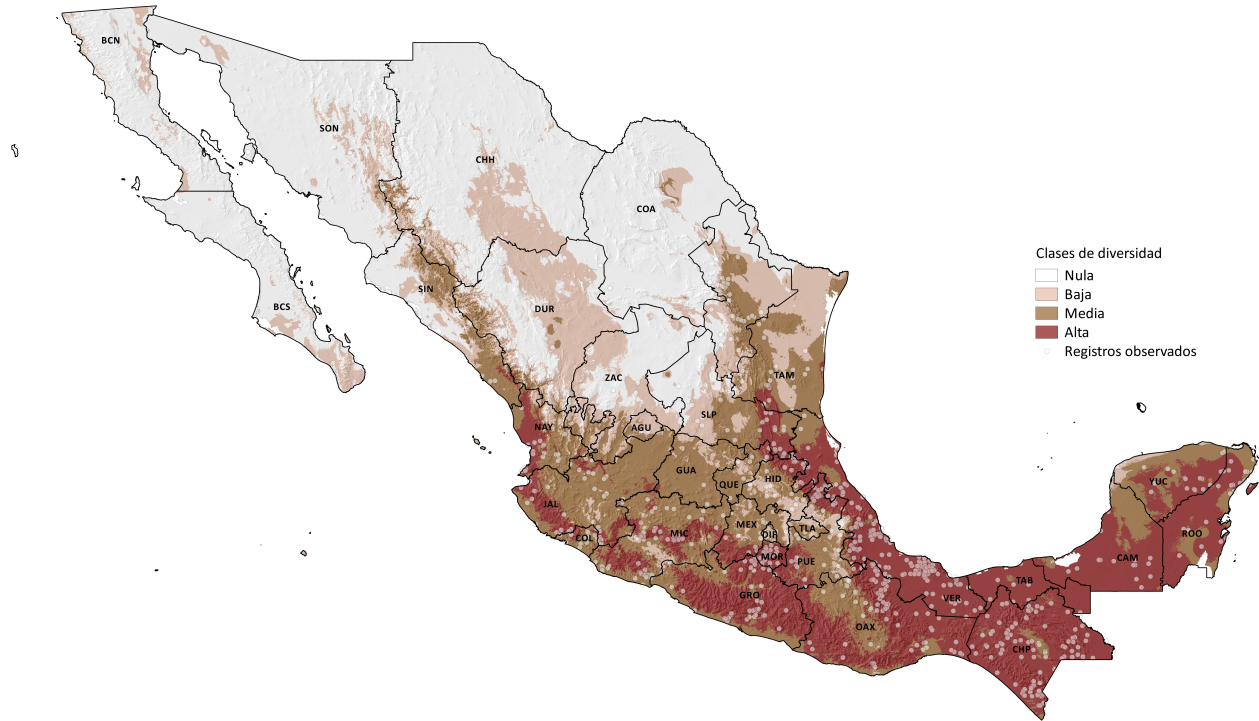


Figura 1.5. Diversidad de mariposas ornamentales en México. El gradiente de colores indica la diversidad potencial de especies, los puntos (o) indican los registros observados de las 18 especies de mariposas analizadas.

Validación de los modelos

En la figura 1.6 se presentan los valores de AUC para diferente número de capas de cuatro a 19; se observa que el poder de predicción del modelo se mantiene hasta con ocho capas, pues con cuatro empieza a reducirse. Con ocho capas los valores oscilaron entre 0.85 y 0.98, y con 12 capas hubo un valor de AUC de 0.84 (ANMA). En general, se observa que ocho capas fueron suficientes para construir modelos con alto nivel de predicibilidad.

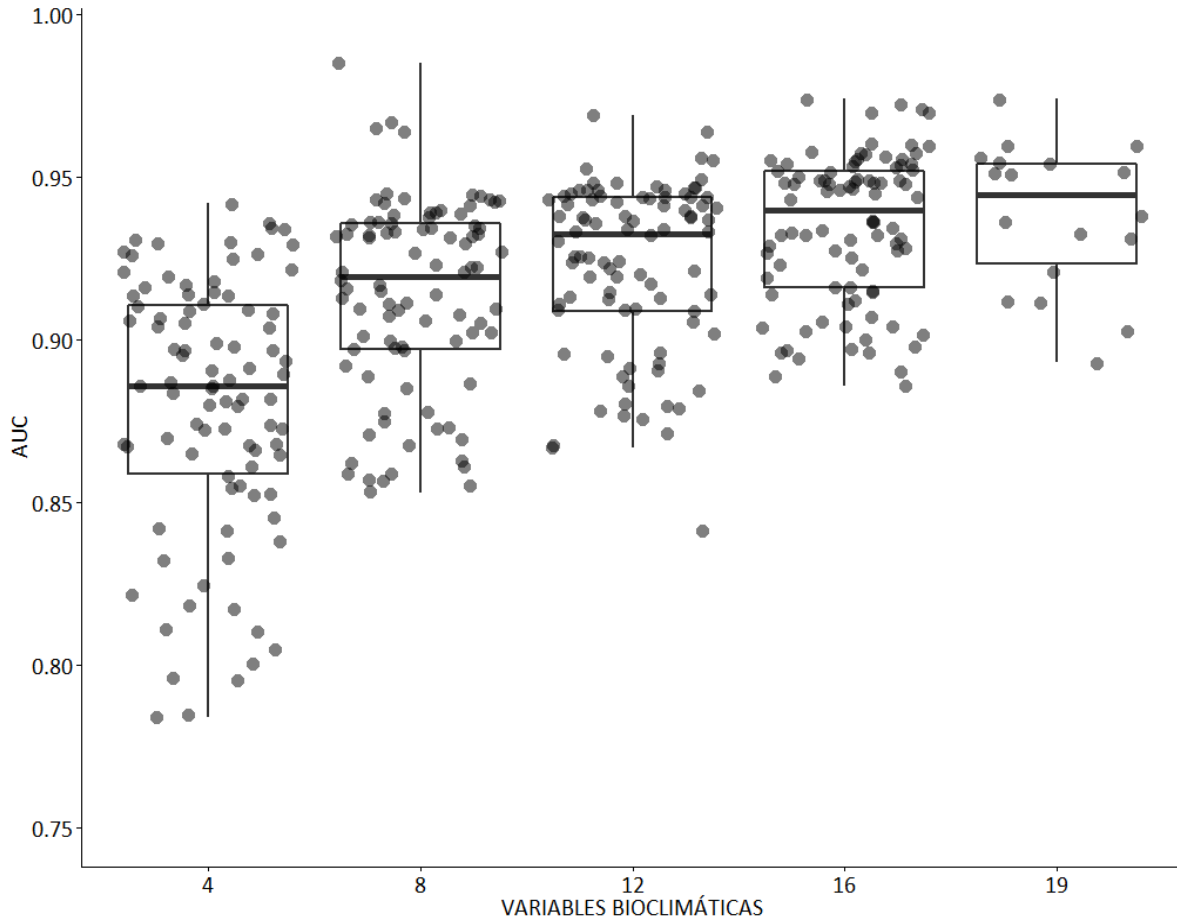


Figura 1.6. Grafica de caja y valores del área bajo la curva (AUC) de 18 especies de mariposas en relación al número de variables bioclimáticas predictoras seleccionadas al azar.

La selección de variables o capas finales se realizó por medio de un análisis de correlación en el cual a partir de 0.70 se consideraron correlacionadas y con una selección dirigida de capas base (Cuadro 1.2). La figura 1.7 presenta los valores de AUC para las 18 especies con el grupo base de siete variables y adicionales. Otra vez se observa que no hay una disminución paulatina cuando se reducen las capas. Los valores de AUC con siete variables oscilaron entre 0.85 y 0.96 y se mantienen relativamente estables. Con base en estos resultados, se decidió incluir la variable BIO 11 (Cuadro 1.2), para así generar los modelos finales de distribución.

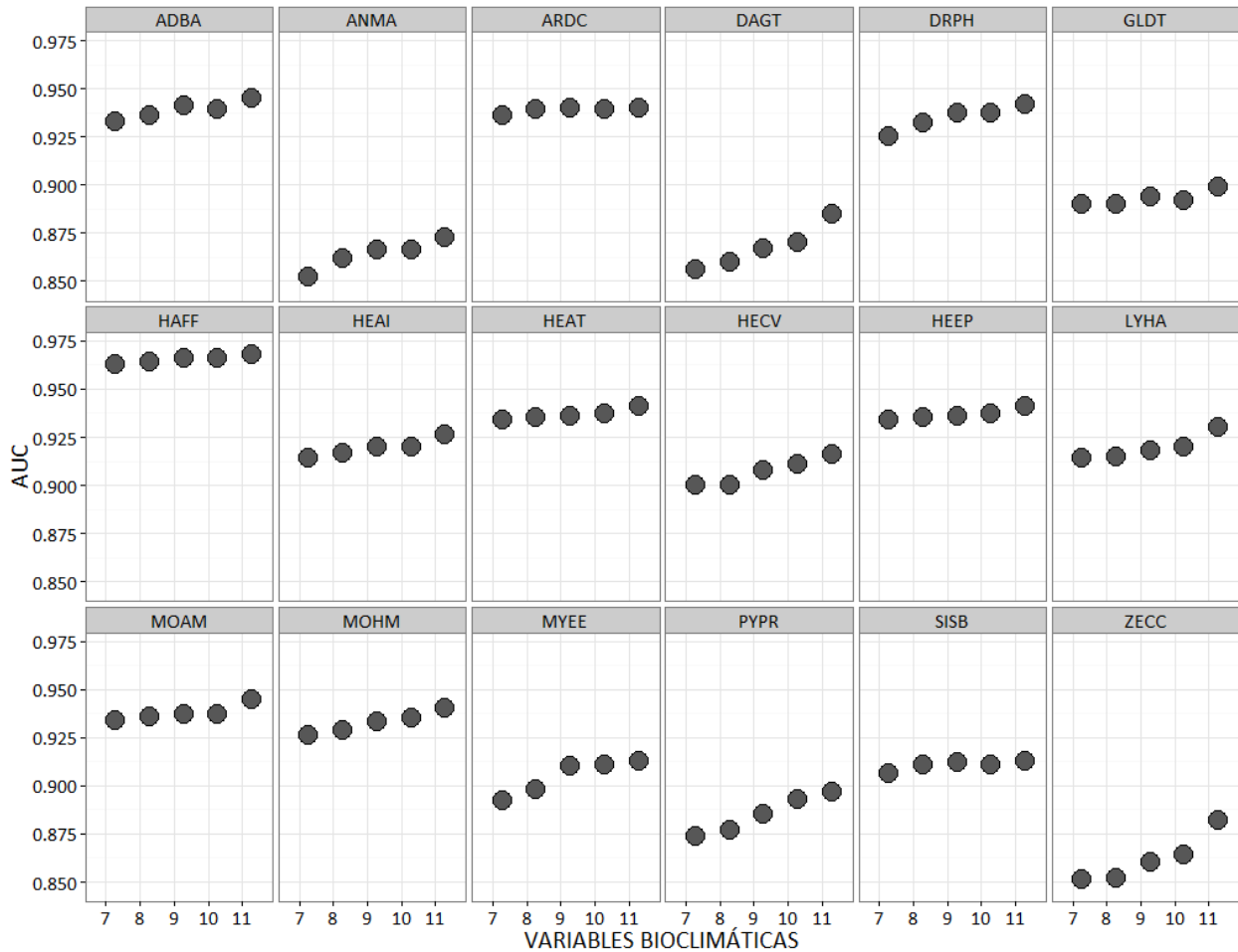


Figura 1.7. Valores del AUC en función del número de capas bioclimáticas predictoras para las 18 especies de mariposas.

Por otra parte, el poder predictivo de los modelos finales de distribución, expresado por los valores de AUC se presenta en el Cuadro 1.3. Los valores que se destacan son los obtenidos para la prueba o predicción de datos independientes, es decir, con los registros que no se emplearon para generar los modelos. En este caso, se obtuvieron valores entre 0.8 y 0.96, suficientemente altos para tener un confiabilidad en los mapas generados, también se observa que los valores AUC para los datos de entrenamiento son altos, variando entre 0.85 y 0.95. Por otra parte, los valores de AUC realizados con muestreo bootstrap para desarrollar los mapas finales oscilaron entre 0.78 y 0.94, siendo también relativamente altos. De todo esto se desprende que los modelos

de distribución se pueden considerar como confiables en la predicción de la distribución geográfica de estas especies.

Cuadro 1.3. Valores AUC de los modelos de distribución de mariposas ornamentales.

Especies	Prueba con datos 70-30 %		Repetición (r=10)
	AUC	AUC	AUC
	Entrenamiento	Independiente	Promedio
MOHM	0.927	0.893	0.888
HECV	0.914	0.848	0.850
DAGT	0.856	0.805	0.781
ZECC	0.850	0.805	0.794
HEEP	0.935	0.904	0.914
SISB	0.896	0.908	0.877
HEAI	0.917	0.868	0.865
HETA	0.941	0.847	0.907
ANMA	0.868	0.804	0.827
GLDT	0.886	0.889	0.868
PYPR	0.851	0.826	0.799
ADBA	0.943	0.879	0.899
ARDC	0.932	0.887	0.902
HAFF	0.956	0.964	0.943
DRPH	0.926	0.903	0.896
MYEE	0.906	0.828	0.845
LYHA	0.908	0.922	0.882
MOAM	0.932	0.948	0.924

Finalmente, en relación al análisis preliminar para construir el árbol de similitud, la figura 1.8 presenta los valores del coeficiente de correlación entre algunos pares de especies en función del tamaño de muestra. Se observa que, en general, con tamaños de muestra de 500 puntos se alcanzan valores similares a los obtenidos con tamaños de muestra más altos. Sin embargo, para incrementar la confiabilidad en el análisis de similitud se tomaron 5000 puntos de manera aleatoria.

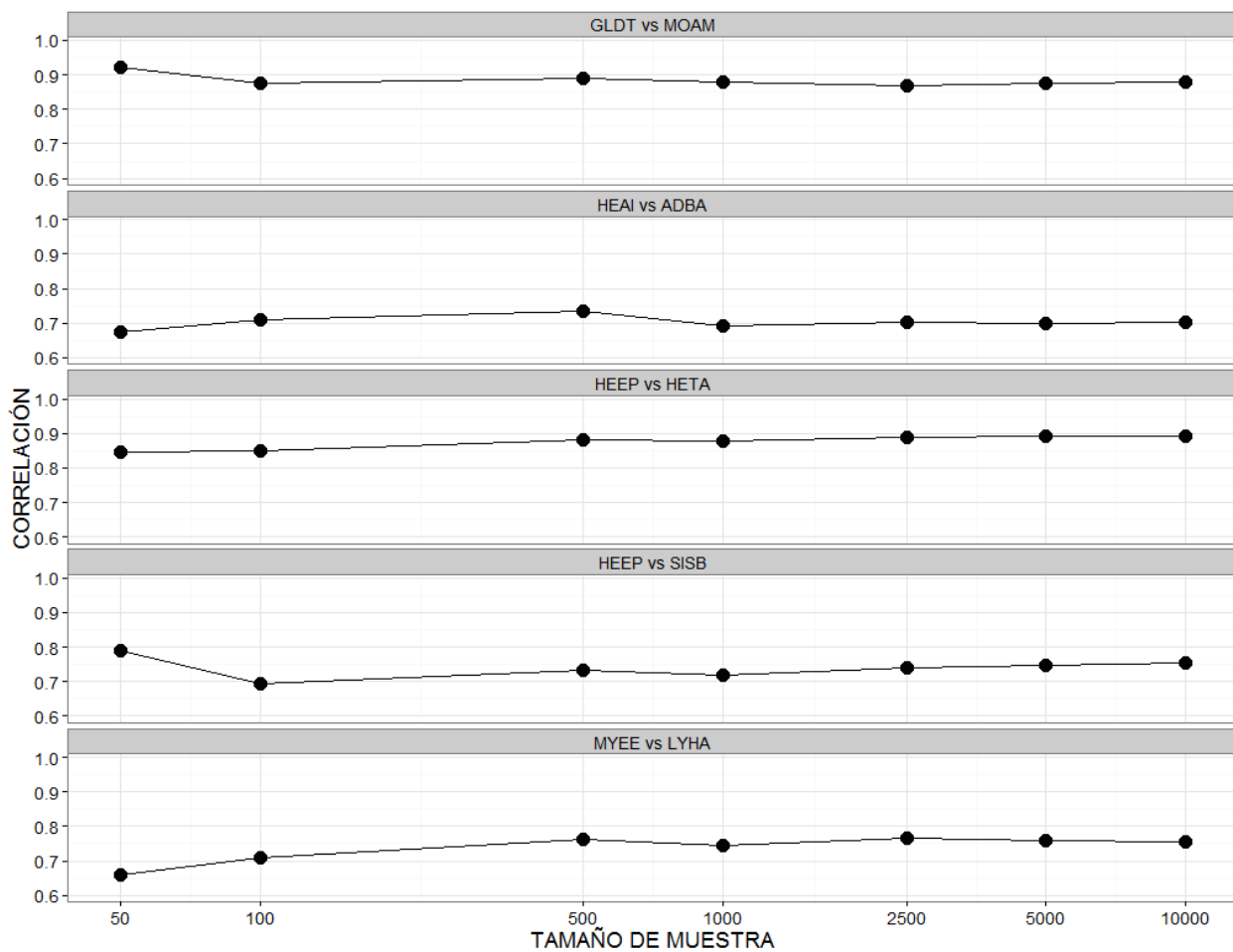


Figura 1.8. Valores de correlación entre algunos pares de especies en función del tamaño de muestra.

1.4. Discusión y conclusión

Las colecciones biológicas científicas nacionales e internacionales sirven para investigar diversos aspectos a través del libre intercambio de información (Henaó 2006, Giovenardi *et al* 2013). Gracias a este tipo de fuentes de información se compilaron los datos necesarios para estimar la distribución de algunas mariposas ornamentales en México. Los resultados generales indicaron una distribución promedio de 22 % del área nacional, aunque la diversidad de Papilionoidea en el país es alta pues cuenta con 10% del total mundial (Llorente-Bousquets *et al* 2014) y se debe a dos factores: el primero es la Zona de Transición Mexicana que es una área de convergencia tectónica de traslape entre las regiones neártica y neotropical siendo esta última la más rica de todas las regiones biogeográficas; el segundo factor es la situación extratropical e intertropical que presenta gran cantidad de formaciones orográficas, siendo el sur y sus vertientes costeras las más ricas, especialmente en bosques tropicales perennifolios, caducifolios y húmedos de montaña (Luis *et al* 2000).

Por otra parte, en estos lugares la diversidad de plantas hospederas, el área de vegetación natural de sistemas cafetaleros bajo sombra y los acahuales favorecen la presencia de mariposas (Muriel *et al* 2011). Asimismo, las áreas agropecuarias con cercas vivas multiestrato, árboles dispersos en potreros, sistemas silvopastoriles y agroforestales que contienen especies arbóreas, por ejemplo *Bursera simaruba* L., *Cordia allidora* (Bertol.) y *Tabebuia rosea* (Ruíz & Pav.) ayudan a la conservación, abundancia y distribución de mariposas comunes como es el caso de *Anartia fatima* (F.), *Hamadryas februa ferentina* (Godart) y *S. stelenes*; lo que permite que algunas de estas especies se integren a los mosaicos de vegetación primaria y zonas urbanas, que forman los corredores biológicos (Tobar & Ibrahim 2010). De lo anterior se desprende que la distribución

estimada de mariposas puede incluir áreas perturbadas, no necesariamente de vegetación primaria, por ejemplo acahuales y áreas cultivadas.

De manera particular, en el primer grupo (Fig 1.1), la relación que guarda la distribución de la mariposa cebrá HECV con su hábitat es muy genérica, ya que habita bosques secundarios, acahuales y áreas agropecuarias y el adulto se alimenta de néctares de flores (Henaó 2006, Orozco *et al* 2009). Esto puede deberse a que en estado larval se alimenta de *Passiflora adenopoda* DC. y *P. Rubra* L. (Millán *et al* 2010). En cambio, HEEP que es del mismo género que la anterior, el adulto es oligófago y habitan en bosque muy húmedo premontano y bosque húmedo tropical; mientras que las larvas se alimentan de al menos siete especies de *Passiflora*. En este sentido, HEEP tiene una distribución restringida del Golfo de México hasta la Península de Yucatán y HECV se extiende desde el noroeste hasta el sur del país.

En el segundo grupo (Fig 1.3), la especie HAFF se localiza en bosque húmedo tropical y bosque seco tropical, se congrega donde la densidad de árboles es mayor, ya que se posan en el área basal para camuflarse. El adulto se alimenta de frutos fermentados de diferentes especies, por ejemplo *Spondias mombin* L. (Vargas-Zapata *et al* 2015) Esta mariposa tiene la menor superficie de área potencial en el país (Fig 1.2) y su distribución es restringida. En cambio, ADBA cubre ambas partes costeras del país, en la parte centro norte no hay potencial, por dos razones, la primera es por una barrera orográfica de las cordilleras de la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental y la segunda porque existe poca humedad relativa. De acuerdo con Glassberg (2007) esta especie tiene una distribución en la totalidad de la parte central y sur del país y la discrepancia con nuestros resultados puede deberse a que el autor hizo un análisis cualitativo para predecir la distribución. En el caso de ANMA, esta se distribuye desde los Estados Unidos hasta Perú y en toda la república mexicana (Díaz & Llorente 2011); sin embargo, la actual

estimación cubre la parte central y el sur de México, y en el norte a pie de montaña en la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental. Todo esto sugiere que las áreas de distribución son conservadoras y el potencial de distribución es posiblemente más alto.

Aunque los modelos de distribución solamente señalan la ocurrencia potencial pero no su abundancia, se ha reportado que de enero-abril la abundancia de mariposas es constante, entre mayo-agosto se duplica, en septiembre-octubre se presenta la mayor diversidad de especies y en los meses de noviembre-diciembre desciende gradualmente el número de individuos (Hernández 1993, Hernández-Mejía *et al* 2008, Moyers-Arévalo & Cano-Santana 2009). Por otra parte, Martínez-Noble *et al* (2015), encontró la mayor riqueza de especies entre mayo-agosto, la menor en septiembre-octubre. Es decir, los factores abióticos repercuten de manera negativa o positiva en la distribución de una especie. Un caso positivo es el de *M. h. montezuma* que amplió su distribución al norte de Tamaulipas, México (Gálvez *et al* 2013) y es una de las mariposas preferidas para su aplicación en artesanías (Cruz-Salas 2011). Lo anterior sugiere que, si las 18 especies ornamentales propuestas para uso artesanal pueden estar presentes durante todo el año, es posible que algunas de ellas se adapten a las perturbaciones en el ambiente, y puedan convivir con poblaciones humanas, habitando los paisajes agropecuarios con especies arbustivas y arbóreas, cafetales bajo sombra, los huertos de traspatio, los sistemas agroforestales, jardines rurales o periurbanos, entre otros (Orozco *et al* 2009, Tobar & Ibrahim 2010, Muriel *et al* 2011). En zonas donde se practica una agricultura con el uso moderado de productos químicos; estos tipos de agroecosistemas pueden beneficiar la riqueza y abundancia de mariposas, lo que fortalecería una producción sostenible en zonas agrícolas y silvestres, favoreciendo el aprovechamiento moderado de estos recursos en ambientes naturales (Romeu 2000). En cierto sentido, las mariposas se pueden considerar como un producto forestal no maderable, que puede

ser utilizado como materia prima para elaborar artesanías e incrementar el ingreso de pobladores rurales (López 2008, Tapia-Tapia & Reyes-Chilpa 2008, FAO 2014).

En relación al potencial de aprovechamiento de estas especies de mariposas ornamentales, en algunas zonas coinciden con ciudades coloniales de alta afluencia turística nacional como Cuernavaca, Taxco, puerto de Veracruz, Morelia, Oaxaca, Tuxtla Gutiérrez y Mérida, al igual que con algunos centros tradicionales de playa: Mazatlán, Puerto Vallarta, Acapulco, Puerto Escondido y Cozumel (Benseny 2007, Propín & Sánchez 2007).

Con la finalidad de aprovechar de manera silvestre las mariposas ornamentales propuestas y considerando la importancia de México en turismo, se concluye que son varios los sitios turísticos de gran afluencia donde se podrían vender artesanías y accesorios con base en mariposas, las cuales al ser un recurso natural renovable pueden ser aprovechadas de manera silvestre por habitantes de comunidades rurales como actividad económica. Otra forma, es a través del establecimiento de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) como una alternativa turística para los visitantes, es decir, para diversificar los servicios ofrecidos en actividades de turismo de naturaleza, en particular ecoturismo. Es importante destacar que, es este caso cuando las especies se reproducen con fines comerciales, lleva implícito la conservación de la misma dentro de los agroecosistemas. Por otra parte, cabe hacer mención que algunas de las zonas propuestas en el mapa de diversidad tienen áreas naturales protegidas que limitan su aprovechamiento.

1.5. Agradecimientos

Este trabajo se realizó con financiamiento parcial del Colegio de Postgraduados y forma parte de la línea de investigación en Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje. Se agradece la colaboración del M.C. Moisés Armando Luis Martínez en el suministro de algunos registros de cuatro especies de mariposas.

1.6. Literatura citada

Blas H, Jean-Michel M, Harvey CA, Vílchez S, Medina A, Sánchez D (2003) Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agrofor Am* 10:39-40

Benseny G (2007) El turismo en México. Apreciación sobre el turismo en espacio litoral. Universidad Nacional de Mar del Plata 2:13-34

Centeno PVA, Arriaga WSL (2010) Uso y aprovechamiento de fauna silvestre en comunidades del parque estatal de La Sierra, Tabasco, México. *In*: Guerra RMM, Calmé S, Gallina TS, Naranjo PEJ (eds) Uso y manejo de fauna silvestre en el norte de Mesoamérica. Secretaría de Educación de Veracruz, México, pp 53-77

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO (2015) Biodiversidad Mexicana. <http://www.conabio.inaturalist.org/taxa/47157-Lepidoptera>. Accesado 10 Feb 2015

Cotrina SD (2008) Documento de trabajo. Serie: Estudios y monitoreo del mercado sobre productos forestales locales. Cuenca Alto Urubamba: Estudio de mercado de mariposas. Proyecto Participación de las comunidades nativas en la conservación y gestión sostenible de los bosques tropicales en la Amazonía Peruana. CEDIA, p 33

Cruz-Salas LL (2011) Análisis socioeconómico de mariposas de Veracruz para uso artesanal.

MC. Tesis, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México, p 86

Díaz BMEE, Llorente BJ (2011) Mariposa de Chapultepec, Guía visual. Cospapalotl, México, p155

Durán PN, Hernández-Baz F, Noé NGG (2010) Mariposas diurnas del bosque mesófilo de la localidad de Tetla Mpio. de Chocamán, Ver. BS Tesis, Universidad Veracruzana, México, p 60

Escalante ET, Llorente BJ, Espinosa DN, Soberón MJ (2000) Base de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. Rev Acad Colomb 24:325-341

Fagua G, Gómez R, Gómez, MA (2002) Estudio de viabilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque en territorios dedicados a la siembra de cultivos ilícitos en San José del Guaviare (Colombia). Bol SEA 30:223-224

Fernández-Eguiarte A, Zavala-Hidalgo J, Romero-Centeno R (2010) Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. On line: <http://atlasclimatico.unam.mx/atlas/kml/>. Accesado 30 enero 2015

Gálvez REA, Niño MS, Sánchez RUJ, De León GEI (2013) Ampliación de la distribución de *Morpho helenor montezuma* Guenée, 1859 (Lepidoptera: Nymphalidae) en Tamaulipas, México. Acta Zool Mex (n s) 29:245-247

Giovenardi R, Di Mare RA, Mielke HOH, Casagrande MM, Carneiro E (2013) Mariposas de Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) Rev Colomb Entomol 39:267-275

Glassberg J (2007) A Swift guide to the butterflies of Mexico and Central America. Sunstreak, USA, p 226

Gómez-S R (2006) Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. Bol SEA

38:451-460

Gonzales-Bocanegra K, Romero-Berny E I, Escobar-Ocampo MC, García-Del Valle Y (2011) Aprovechamiento de fauna silvestre por comunidades rurales en los humedales de Catazajá-La Libertad, Chiapas, México. *Rev Soc Cult Desarrollo Sustentable* 7:219-230

Global Biodiversity Information Facility GBIF (2015) Backbone Taxonomy. <http://www.gbif.org/species>. Accesado 1 Feb 2015

Hart-Davis A (2011) *Ciencia. La guía visual definitiva*. Akal, Gran Bretaña, p 512

Henaó BER (2006) Aproximación a la distribución de mariposas del departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidoptera) con base en zonas de vida. *Bol Cient Mus Hist Nat U de Caldas* 10:279-312

Hernández BF (1993) La Fauna de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Xalapa, Veracruz, México. *Cienc Hombre* 14:55-87

Hernández-Mejía C, Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I, Luis-Martínez A (2008) Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Rev Mex Biodivers* 79:117-130

Jacobo-Cuellar JL, Mora-Aguilera G, Ramírez-Legarreta MR, Vera-Graziano J, Pinto VM, López-Collado J, Ramírez-Guzmán ME, Aceves-Navarro LA (2005) Caracterización cuantitativa de la diapausa de palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. En Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Agrociencia* 39:221-229

Kristensen NP, Scoble MJ, Karsholt O (2007) Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa* 1668:699-747

Lamas G (2000) Estado actual del conocimiento de la sistemática de los lepidópteros, con especial referencia a la región Neotropical. *SEA* 1:253-260

León CJL (2010) Patrones de diversidad florística y faunística del área focal Ixcan, selva Lacandona, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/Conabio_Contentido%20Y036_Mariposas.pdf. Accesado 26 Feb 2015

Lifemapper's approach to Species Distribution Modeling LIFEMAPPER (2015) Explore Species Archive. http://lifemapper.org/?page_id=863#page:species-archive. Accesado 13 Ene 2015

Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I, Luis-Martínez A, Trujano-Ortega M, Hernández-Mejía BC, Warren AD (2014) Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Rev Mex Biodivers* 85:S353-S371. doi:10.7550/rmb.31830

Logarzo G, Gandolfo DE (2005) Análisis del voltinismo y la diapausa en poblaciones de *Apagomerella versicolor* (Coleoptera: Cerambycidae) en el gradiente latitudinal de su distribución en la Argentina. *Rev Soc Entomol Argent* 64:68-71

López CR (2008) Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Rev Colomb Forestal* 11:215-231

López-Collado J, López-Arroyo, JI (2013) Potential distribution of orange jasmine (*Murraya paniculata*) in México. *Trop Subtrop Agroecosyst* 16:127-132

Luis MA, Llorente BJ, Vargas FI, Gutiérrez AL (2000) Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. *SEA* 1:275-285

Martínez-Noble JI, Meléndez-Ramírez V, Delfín-González H, Pozo C (2015) Mariposas de la selva mediana subcaducifolia de Tzucacab, con nuevos registros para Yucatán, México. *Rev Mex Biodivers* 86:348-357

Martínez R (2005) Estudio de factibilidad económico para la recolección-cría y comercialización de mariposas en la comunidad de Peña Roja de la Amazonia Colombiana. Fundación Natura

Colombia, Bogotá, p 140

Millán JC, Chacón CP, Corredor G (2010) Desarrollo, longevidad y oviposición de *Heliconius charithonia* (Lepidoptera: Nymphalidae) en dos especies de *Passiflora*. Rev Colomb Entomol 36:158-164

Monge-Nájera J, Gómez FP (2003) Las mariposas tronadoras (*Hamadryas* spp.) y su distribución geográfica en Costa Rica. Biocenosis 17:22-26

Montes Azules (2015) Libera mariposas vivas. <http://www.nosotros2.com/bodanovia/195/estado/9/catalogo=5455>. Accesado 28 Mar 2015

Moyers-Arévalo L, Cano-Santana Z (2009) Fenología de la comunidad de mariposas diurnas y su relación con la fenología floral de las plantas y otros factores ambientales. In: Lot A, Z. Cano-Santana (eds) Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel. UNAM, México, pp 411-419

Mulanovich DCAJ (2007) Mariposas: guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Perú, p 101

Muriel SB, Montoya J, Restrepo A, Muñoz J (2011) Nuevos registros de plantas hospederas y disponibilidad de recursos para mariposas Ithomiini (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae), en agroecosistemas de café colombianos. Actual Biol 33:275-285

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura FAO (2014) ¿Qué son los PFM? www.fao.org/firestry/ncwfp/6388/es/. Accesado 23 mayo 2015

Orozco S, Muriel SB, Palacio J (2009) Diversidad de Lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del occidente antioqueño. Actual Biol 90:31-41

Pozo C, Martínez AL, Salas-Suárez N, Trujano-Ortega M, Llorente BJ (2014) Mariposas diurnas: bioindicadoras de eventos actuales e históricos. In: González ZCA, Vallarino A, Pérez

JJC, Low PAM (eds) Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. ECOSUR, México, pp 327-348

Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190:231-259

Propín FE, Sánchez CA (2007) Tipología de los destinos turísticos preferenciales en México. *Cuadernos de Turismo* 19:147-166

QGIS Development Team (2009) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>

R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. [http:// www.R-project.org/](http://www.R-project.org/)

Rodríguez-Soto C, Monroy-Vilchis O, Maiorano L, Boitani L, Faller JC, Briones MA, Nuñez R, Rosas-Rosas O, Ceballos G, Falcucci A (2011) Predicting potential distribution of the jaguar (*Panthera onca*) in México: identification of priority areas for conservation. *Diversity Distrib* 17:350-361. [Doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00740.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00740.x)

Romeu E (2000) Mariposas mexicanas: los insectos más hermosos. CONABIO. *Biodiversitas* 28:7-10

Sivinta M BM (2011) Inventario de Lepidópteros y su incidencia en la demanda ecoturística especializada del jardín botánica las orquídeas, pertenecientes al sector el Ángel, ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, durante el año 2010. M.C. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, p138

Tapia-Tapia EC, Reyes-Chilpa R (2008) Productos forestales no maderables en México: aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques* 14:95-112

Tobar LDE, Ibrahim M (2010) ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de

mariposas en paisajes agropecuarios? Rev Biol Trop 58:447-463

Unidad de Información para la Biodiversidad UNIBIO (2015) Consulta de colecciones Biológicas. <http://unibio.unam.mx/minero/index.jsp?accion=sc&colecciones=CNIN>. Accesado 23 Ene 2015

Vargas-Zapata MA, Boom-Urueta CJ, Seña-Ramos LI, Echeverry-Iglesias AL, Martínez HNJ (2015) Composición vegetal, preferencias alimenticias y abundancias de Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Acta Biol Colomb 20(3):79-92. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/Abc.V20n3.42545>

Wolfram Research (2011) Mathematica 8.01, Wolfram Research, Champaign, Illinois

Zoológico de Chapultepec (2015) Mariposario. <http://www.mariposario.org.mx>. Accesado 22 agosto 2015

CAPÍTULO II. ZONAS TURÍSTICAS PARA COMERCIALIZAR ARTESANÍAS CON MARIPOSAS EN VERACRUZ

J Jacinto-Padilla¹, J Lopez-Collado, C J López-Collado¹, C G García-García

TOURISTIC ZONES TO MARKET BUTTERFLY-BASED CRAFTS IN VERACRUZ

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km 88.5 carretera federal Xalapa-Veracruz.
Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

²Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km 348 carretera federal Córdoba-Veracruz,
Veracruz, México.

Correspondencia

Jose Lopez-Collado, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km 88.5 carretera federal
Xalapa-Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. CP 91690, e-mail:
jlopez@colpos.mx, tel.: 01 229 2010770 extensión 64344, fax: 01 229 9207259.

Resumen

Por la diversidad de especies y vocación turística, el estado de Veracruz tiene potencial para utilizar mariposas ornamentales en la producción de artesanías para el sector turístico. Este estudio tuvo como objetivo seleccionar y jerarquizar las zonas turísticas de acuerdo a su favorabilidad para crear y comercializar artesanías con base en mariposas. Para seleccionar y valorar las zonas se utilizaron los siguientes factores: área de la zona, número de turistas, tamaño de población, caminos, fuentes de insumo y diversidad de especies de mariposas. Las variables se ponderaron y sumaron con la técnica del Proceso Jerárquico Analítico para generar un índice de calificación de las zonas turísticas. Se seleccionaron 21 zonas que incluyen playas, sitios arqueológicos, ciudades coloniales y pueblos mágicos; cubriendo un total de 8519.9 km², esto equivale al 11% de la superficie del territorio veracruzano. En relación a la población rural potencial que pudiera dedicarse a esta actividad es de 585674 habitantes. Las zonas más relevantes fueron las de playa en el puerto de Veracruz-Boca del Río y la de Coatzacoalcos, y la ciudad colonial de Córdoba, favorecidas debido a que incluyen todos los factores con altas calificaciones. A pesar de existir las condiciones favorables para aprovechar las mariposas con fines artesanales y así generar ingresos económicos entre la población rural del estado de Veracruz, esta actividad no se realiza por falta de conocimientos sobre el aprovechamiento de este recurso natural renovable.

Palabras clave: manejo de especies silvestres, micro-empleos, Proceso Jerárquico Analítico, servicios turísticos.

Abstract

There is a great potential for using ornamental butterflies in the production of handicrafts for the tourism sector in the state of Veracruz. This study aimed to select and rank the tourist areas in their favorability to create and market butterfly-based crafts. Zone area, number of tourists, population size, roads, archaeological sites and diversity of butterfly species were the factors used to grade and rank the touristic areas. These variables were weighted and combined using the Analytic Hierarchy Process to compute a grading index. 21 tourist zones including beaches, archaeological sites and colonial cities were selected; covering a total of 8519.9km², this amounts to 11% of the Veracruz state area. The potential rural population that could engage in this activity was estimated as 585674 inhabitants. The areas ranked the highest were: the beach zones in Veracruz-Boca del Rio and Coatzacoalcos, and the colonial city of Cordoba, favored because they include all the factors with the highest scores. Although there exists favorable conditions to use butterflies to make handicrafts and generate income among the rural population in the state of Veracruz, this activity is not performed due to a lack of knowledge about the use of these renewable natural resources.

Key words: wildlife management, micro-jobs, Analytic Hierarchy Process, tourist services.

2.1. Introducción

La actividad turística es la tercera fuente de ingresos en México, desde la década de los 90's a la fecha, posiciona al país en los primeros diez destinos preferidos por el turista internacional (Benseny 2007). Los principales atractivos turísticos se relacionan con su riqueza natural, histórica y cultural, entre los que sobresalen paisajes exuberantes, playas de arena blanca, cascadas naturales, lagos, lagunas, ríos, balnearios de aguas termales, sitios arqueológicos, monumentos históricos, museos de diversas culturas de América, pueblos mágicos, ciudades coloniales, acompañado por la gastronomía típica de cada región, así como ferias y festividades culturales en todo México (Propín & Sánchez 2007, Camarena-Gómez *et al* 2014). En particular, por la diversidad de actividades recreativas, el estado de Veracruz se posiciona en el quinto sitio preferido por el turista nacional y es pieza clave para el fortalecimiento de dicha actividad en el país (Propín & Sánchez 2002; SECTUR 2013).

Veracruz posee cuatro aeropuertos, dos internacionales y dos nacionales; cuenta con un total de 7643194 habitantes, el 6.8% de la población nacional y una superficie de 71824 km²; posee 745 km de litoral, con numerosas playas y ríos, donde se practican diversas actividades acuáticas como buceo, descenso de río, kayak, pesca y otras. Veracruz también cuenta con una amplia oferta de sitios recreativos y atractivos en sus siete regiones turísticas, que son: Región Huasteca, Totonaca, Capital, Primeros pasos de Cortés, Altas Montañas, Los Tuxtlas y Olmeca; lo que fomenta el flujo de turistas todo el año y no únicamente en los periodos de vacaciones nacionales y Semana Santa (Mikery-Gutiérrez *et al* 2014). Lo anterior, junto con la alta diversidad biológica (Llorente-Bousquets *et al* 2014), favorece el potencial de comercialización de objetos artesanales con base en mariposas ornamentales (Cruz-Salas 2011), lo que puede incrementar los ingresos de

personas que vivan cercanos a los sitios turísticos. En algunos países de Centro y Sudamérica, especies de mariposas con importancia ornamental se aprovechan para generar ingresos económicos en comunidades rurales (Fagua *et al* 2002, Monge-Nájera & Gómez 2003, Martínez 2005, Mulanovich 2007, Sivinta 2011). Las especies que son comunes y de amplia distribución pueden servir para hacer artesanía tales como: aretes, llaveros, marcos, portarretratos, entre otros objetos (Gómez-S 2006; Cruz-Salas 2011). El objetivo de la presente investigación fue seleccionar zonas geográficas favorables para crear y comercializar artesanías con base en mariposas, para su venta en lugares turísticos.

2.2. Materiales y métodos

Identificación de sitios turísticos y zonas de influencia

En el estado de Veracruz, México (Fig 1), se seleccionaron los sitios turísticos más relevantes en forma de puntos o transectos (Secretaría de Turismo y Cultura del Estado de Veracruz 2013) (Cuadro 2.1). Con la ayuda de Google Earth © v7.1.5.1557 se trazaron transectos sobre la línea de playa utilizada por los turistas; en los casos de balnearios, ciudades coloniales, pueblos mágicos y sitios arqueológicos, se tomaron como puntos georreferenciados. Para cada sitio turístico se generó una zona de influencia o *buffer* con un radio de 11 km, equivalente al recorrido de lo que cuesta un pasaje mínimo en transporte público dentro del territorio veracruzano. De estas zonas, se eliminaron las partes que se intersectaban y las que quedaban dentro del mar.



Figura 2.1. Ubicación del área de estudio, correspondiente al estado de Veracruz, México.

Cuadro 2.1. Principales sitios turísticos, clave y sus atractivos en el estado de Veracruz.

Sitio turístico/Clave	Atractivos	Servicios
Tamiahua/Z01	Playas, pesca	Hoteles, gastronomía: ostiones, huatape y bocoles
Costa Esmeralda/Z02	Playas, pesca de sábalo y campamentos tortugueros	Gastronomía: empanadas de cazón y Zaragalla
Tajín/Z01	Sitio arqueológico, artesanías totonacas, feria de primavera	Gastronomía: mole Papanteco, pulacles, vainilla
Lechuguillas/Z04	Playa	Minilla de pescado, hoteles
Villa Rica/Z05	Playa	Comida del mar, hoteles
Veracruz-Boca del Río, Cempoala/Z06	Playas, dunas, observatorios de aves, sitio arqueológico	Comida del mar e infraestructura hotelera, aeropuerto internacional
Orizaba/Z07	Teleférico, montañismo, bosque de niebla	Hoteles, sopa de chayote, tezmole de flor de Izote
Tlacotalpan/Z08	Malecón del río Papaloapan, virgen de la Candelaria	Gastronomía: arroz a la tumbada, pescado a la veracruzana
Tres Zapotes/Z09	Sitio arqueológico	Gastronomía: Tamales de capita, frijól
Costa de Oro, Monte Pio, Roca Partida/Z010	Playas semivirgenes, rappel, reservas ecológicas, observatorio de aves	Gastronomía: pescados frescos del mar y río
Catemaco y Salto de Eyipantla/Z11	Kayak, Nanciyaga, la cascada más famosa del estado, fábricas de puros artesanal	Cabañas ecológicas, hoteles, esoterismo, tegogolos y topotes
San Lorenzo de Tenochtitlán /Z12	Sitio arqueológico	Popo, tamales, pochitoca en pipian
Coatzacoalcos/Z13	Playa, malecón costero, torneo internacional de pesca	Comida del mar e infraestructura hotelera, aeropuerto internacional
Zozocolco de Hidalgo/Z14	Pueblo mágico	Globos de Cantolla, tamales de frijol, aguardiente local
Baños Isabel y Quiahuixtlán/Z15	Balnearios de aguas termales y sitio arqueológico	Mojarras empapeladas
Xalapa/Z16	Ciudad colonial, museos, pueblos mágicos, alpinismo	Aeropuerto Nacional, mole xiqueño, toritos de sabores y café artesanal
Coscomatepec/Z17	Pueblo mágico, rappel	Pan de leña, puros artesanales
Carrizal/Z18	Balneario de aguas termales	Pescados y mariscos, hoteles
Córdoba/Z19	Museo de arte del Estado, centro histórico, parque ecológico	Café de greca, salsa macha, Los chipotles a la cordobesa
El Zapotal/Z20	Sitio arqueológico	Antojitos mexicanos
Museo Tuxtleco/Z21	Museo de la cultura Olmeca	Nanches curtidos, tamales morados

Selección de capas indicadoras y de restricción

De las zonas turísticas generadas, se excluyeron aquellas que se traslapaban con áreas legalmente protegidas, las cuales fueron: Cofre de Perote (CP), Pico de Orizaba (PO), Cañón del Río Blanco (RB) y Reserva de Biosfera de Los Tuxtlas (BT) (CONANP 2015).

En cada zona turística, se seleccionaron algunos factores utilizados para su valoración; éstos fueron: 1) área de la zona (A); 2) tamaño de población (P) (INEGI 2010); se hizo un recorte de las localidades en cada zona turística y se obtuvo el total de habitantes; 3) camino (C); la capa de carreteras federales sin cuota se recortó y se calculó la longitud entre el área de la zona; 4) fuente de insumo (I); de manera arbitraria se contaron las localidades con una población mayor a 8000 habitantes, considerando que en éstas se pueden encontrar ferreterías, mercerías, papelería, talleres de carpintería, vidrierías, es decir, para la compra de materiales necesarios para la elaboración de artesanías; 5) mariposa (M); de la capa ráster de diversidad de especies de mariposas con potencial ornamental en México (datos no publicados), se hizo el recorte por zona y se calculó el promedio de especies potenciales ocurrentes; 6) número de turistas (T); del Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT 2013), se obtuvo un total de cinco millones de turistas que visitaron Veracruz durante 2013, de los cuales tres millones y medio se encontró su destino en algunas zonas turísticas. El remanente fue distribuido en las zonas turísticas con base al tamaño de la población y un modelo de regresión lineal doble logarítmico:

$$\ln(T) = B_0 + B_1 \cdot \ln(P), \text{ Ecuación 1}$$

Los valores de cada factor se normalizaron entre cero y uno para posteriormente hacer una suma ponderada por coeficientes de importancia.

Coefficientes de ponderación de los factores y evaluación de las zonas turísticas

Mediante la técnica del proceso de análisis jerárquico (Saaty 2008), se construyó una matriz de importancia de los factores analizados. Por consenso, los autores otorgaron una calificación por pares, es decir, la importancia de un factor respecto a otro, apoyados por la escala de Saaty, la cual va del uno al nueve y en sentido contrario de 1/2 a 1/9. Los coeficientes de cada factor se obtuvieron mediante el cálculo normalizado de los valores propios de la matriz. Una vez obtenidos los coeficientes, se hizo una suma ponderada de cada factor con lo cual se obtuvo la importancia relativa de cada zona:

$$I_f = A'_{wa} + T'_{wt} + P'_{wp} + C'_{wc} + I'_{wi} + M'_{wm}, \text{ Ecuación 2}$$

Donde los factores X' son los valores normalizados de los factores y los w_i son los coeficientes de ponderación obtenidos de la matriz de comparación. La normalización de los valores se hizo con la función:

$$X'_i = (X_i - \min(X)) / (\max(X) - \min(X)), \text{ Ecuación 3}$$

Para el caso de P' y C' estos valores corresponden a los valores normalizados de las densidades, es decir, a los valores de P y C divididos entre A respectivamente.

Los análisis se realizaron con R v3.2.1 (R Core Team 2015) y Mathematica v8.01 (Wolfram Research 2011), los mapas se realizaron con Quantum GIS v2.10.1 (QGIS Development Team 2009).

2.3. Resultados

Con base al número de turistas reportados por el (SECTUR 2013) se obtuvo el modelo $\ln(T) = -0.0549 + 1.0375 * \ln(P)$, $r^2 = 0.88$. Con este modelo se estimó el número de turistas donde no existían registros oficiales de cada zona, (Cuadro 2.2, Fig 2.2). El total de la población de cada lugar se tomó del censo poblacional (INEGI 2010).

Cuadro 2.2. Lugares, número de habitantes y registros observados para ajustar un modelo de regresión lineal doble logarítmico.

Sitios turísticos	Turistas observados	Total de población
Veracruz-Boca del Río	2 458 392	554 830
Coatzacoalcos	319 039	235 983
Salto de Eyipantla	15000	4011
Tajín	423 601	554 830
Cempoala	48337	9249
Tres Zapotes	3270	3464
El Zapotal	2346	3335
San Lorenzo Tenochtitlán	3608	3980
Museo Tuxtleco	6334	15459
Xalapa	539 477	424 755

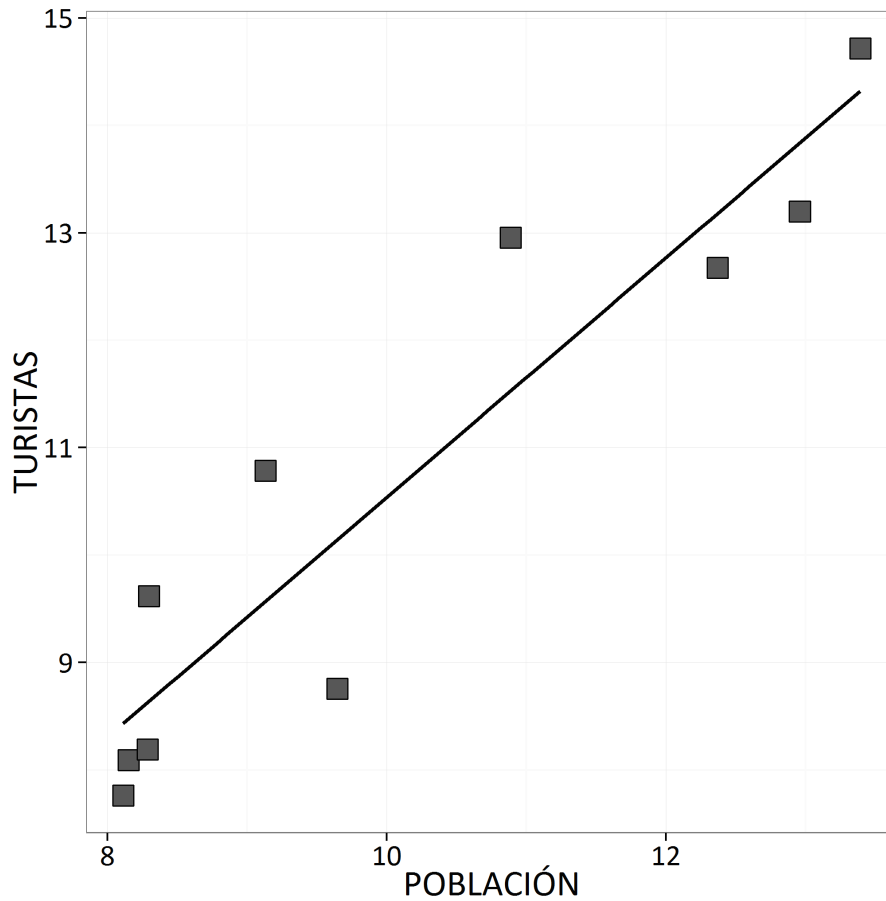


Figura 2.2. Relación entre el número de turistas y la población total de sitio turístico respectivo. La línea continua representa a un modelo doble logarítmico y los cuadros son valores observados. Note que la escala es logarítmica en ambos ejes.

La importancia relativa para cada par de factores se observan en el Cuadro 2.3, los números enteros indican que el factor de la hilera que se califica es más importante que el de la columna con la que se compara y las fracciones indican lo inverso, es decir, el factor de la fila es menos importante que el de la columna. Los coeficientes de ponderación para cada factor fueron, los más altos: $w_m = 0.3708$, $w_c = 0.2792$, $w_a = 0.25$, $w_t = 0.1923$, y los de menor calificación $w_i = 0.0748$ y $w_p = 0.0576$.

Cuadro 2.3. Matriz de importancia relativa por pares de los factores relacionados con la producción y comercialización de artesanías basadas en mariposas.

Factores	A	T	P	C	I	M
A	1	1/7	1/7	1/7	1/5	1/6
T	7	1	4	1/3	4	1
P	7	1/4	1	1/7	1/3	1/6
C	7	3	7	1	6	1/4
I	5	1/4	3	1/6	1	1/6
M	6	1	6	4	6	1

Una vez obtenidos los coeficientes de ponderación de cada factor, se aplicó la ecuación 2 para calificar las zonas, estas se ordenaron de mayor a menor y se asignó el rango correspondiente (Cuadro 2.4). En este cuadro, los datos de cada columna son los valores crudos de cada factor empleados en el cálculo de I_f . La última columna es el total de la población rural total que potencialmente se puede dedicar a la actividad económica artesanal de mariposas. Las zonas en el 80% superior de favorabilidad ($I_f \geq 0.47$) son cuatro: Z06, Z13, Z19, Z16 y Z11 mientras que las zonas en el 20 % más bajo de favorabilidad ($I_f \leq 0.26$) son: Z20, Z03, Z18, Z01 y Z15. La zona Z06 presenta valores máximos de los seis factores con mayor frecuencia que el resto.

Cuadro 2.4. Factores para obtener el índice de favorabilidad (I_f) de zonas turísticas para crear y comercializar artesanías con base en mariposas ornamentales. R y Pp son el rango y la población rural que potencialmente se puede dedicar a esta actividad en cada zona.

Zona	A	T	P	C	I	M	I_f	R	Pp
Z06	1088.9	2578823.0	1243740	83.4	10	15.0	0.625	1	78054
Z13	511.5	319039.0	349816	25.5	7	17.8	0.539	2	15867
Z19	331.1	*366768.4	287464	9.3	6	18.0	0.526	3	60276
Z16	674.4	719100.1	676477	15.5	7	16.8	0.493	4	74242
Z11	479.0	82623.5	171154	27.9	2	17.7	0.468	5	65073
Z21	362.3	34896.6	55595	29.8	2	17.2	0.452	6	28108
Z17	345.6	*36526.8	99867	24.8	2	17.3	0.449	7	48893
Z04	173.0	*17860.2	16528	29.7	0	15.0	0.398	8	3148
Z14	187.0	*7277.0	38485	0.0	0	17.7	0.364	9	29380
Z08	364.8	*17731.8	10418	24.2	0	16.3	0.353	10	2818
Z07	233.9	*312765.1	103143	0.0	5	16.2	0.343	11	34440
Z05	195.4	*9351.7	6694	46.2	0	12.9	0.34	12	6694
Z12	366.7	3608.0	8512	0.0	0	17.3	0.335	13	8512
Z10	63.1	*155895.7	4173	0.0	0	17.0	0.324	14	4173
Z02	618.6	*17364.0	46047	68.4	1	14.4	0.306	15	18250
Z09	366.2	3270.0	21178	0.0	0	16.5	0.288	16	15066
Z20	361.4	2346.0	23135	0.0	0	16.0	0.255	17	18489
Z03	364.0	423601.0	80521	40.6	1	13.0	0.25	18	15240
Z18	359.7	*10221.2	30133	28.2	1	13.7	0.218	19	16276
Z01	910.3	*237863.2	127456	0.0	1	13.9	0.17	20	35277
Z15	162.9	*13997.6	828	1.7	0	12.0	0.015	21	828

* Estimado con el modelo de regresión

Evaluación y localización geográfica de las de zonas turísticas favorables

La figura 2.3 muestra el modelo de las zonas turísticas y rango de favorabilidad (Z-R) para crear y comercializar artesanías con base en mariposas ornamentales, considerando elementos de tipo biológico, ecológico, económico, geográfico y social. Se obtuvieron 21 zonas turísticas entre playas, balnearios de aguas termales, cascadas, lagunas, pueblos mágicos, ciudades coloniales y sitios arqueológicos (Cuadro 2.2). De acuerdo al índice de favorabilidad (I_f) el primer lugar lo obtuvo la zona Z06-01, que cubre desde Chalchihuecan hasta Antón Lizardo, incluyendo al Puerto de Veracruz y Boca del Río; el segundo lugar fue la zona de Coatzacoalcos Z13-02, el tercer lugar es para Córdoba Z19-03; en cuarto se encuentra la zona que comprende Xalapa, Xico y Coatepec y en quinto lugar (Z11-05) Catemaco y Salto de Eyipantla.

Las zonas menos favorables fueron Z20-17 El Zapotal, Z03-18, Papantla y Tajín, Z18-19 Carrizal, Z01-20 Tamiahua, y Z15-21 Quiahuixtlán. Las zonas turísticas que comprenden playas y ciudades coloniales resultaron más favorecidas, debido a que tienen más infraestructura y diversidad de mariposas. Por otra parte, las áreas naturales protegidas CP, PO, RB y BT las dos últimas se traslaparon con las zonas Z07-11 de Orizaba y Z10-14 de Playa Hermosa y Monte Pio, que son consideradas playas semivírgenes.

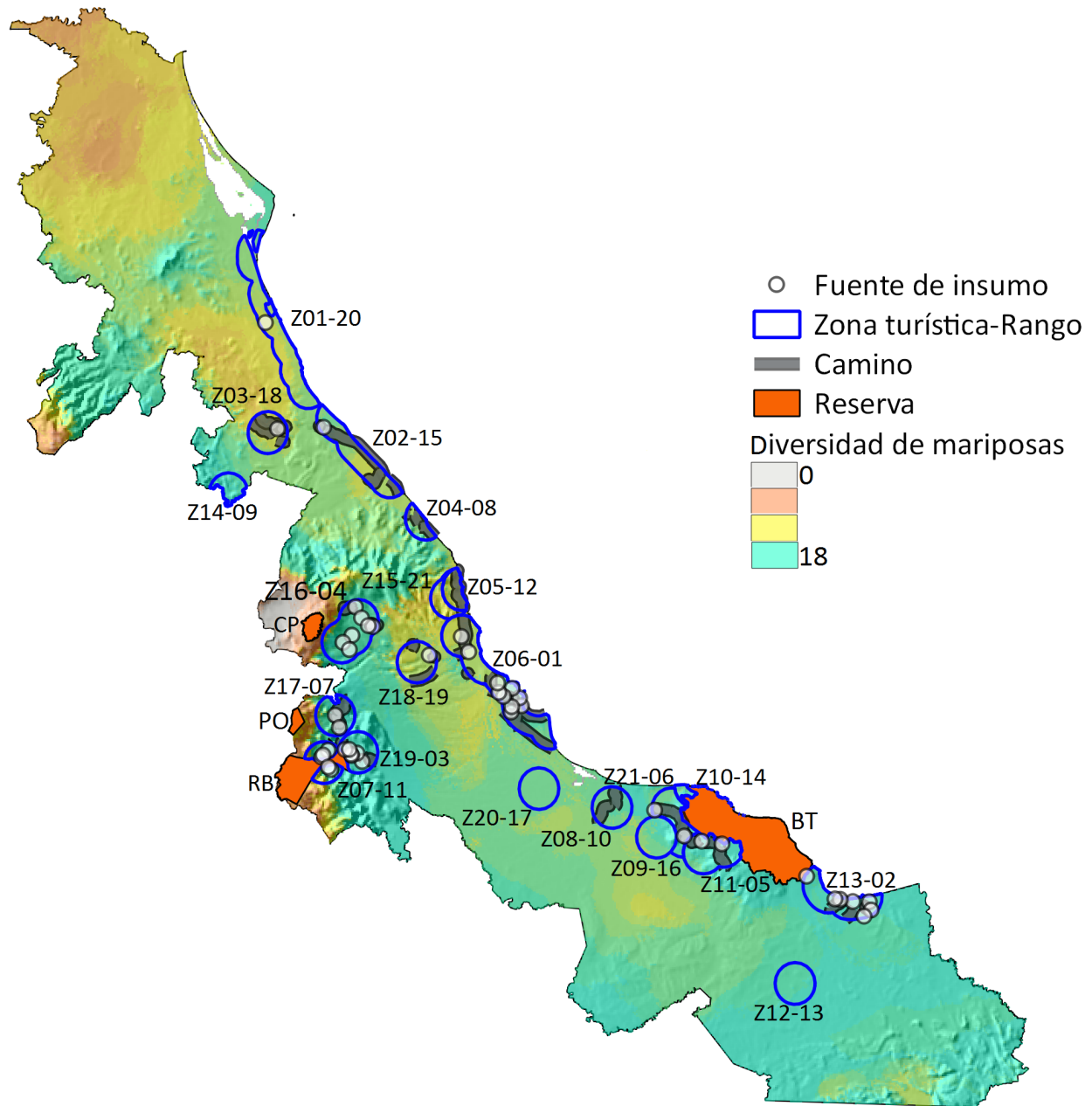


Figura 2.3. Zonas turísticas y rango de favorabilidad (Z-R) relevantes a la producción y venta potencial de artesanías basadas en mariposas para el estado de Veracruz. Las capas corresponden a fuentes de insumo y materia prima (mariposas), accesibilidad y transporte (caminos) y zonas de exclusión (áreas naturales protegidas).

2.4. Discusión y conclusión

Existen ciertas zonas que son más favorables que otras, por ejemplo Z06-01 Veracruz-Boca del Río tiene un puntaje alto en los factores calificados, esto debido a su amplia actividad comercial y ubicación marítima, lo que favorece al sector turístico de tipo playa; el escenario se repite con Z13-02 Coatzacoalcos; en cambio Z19-03 Córdoba es especial por tener la más alta diversidad de mariposas y a pesar de estar alejada de la costa tiene buenas calificaciones en el resto de los factores. Sin embargo, estos resultados contrastan en las zonas Z14-09 que es un pueblo mágico y los sitios arqueológicos Z09-16, Z12-13, Z20-17 en donde existe alta diversidad de especies de mariposas ornamentales pero la falta de carreteras federales provoca que los escasos servicios eleven su costo, tanto para los turistas como para las personas que pudieran dedicarse a la elaboración de artesanías a partir de mariposas, lo que limita el desarrollo de esta actividad económica y en el que Cruz-Salas (2011) señala que un turista estaría dispuesto a pagar MXN\$ 100-130 por una artesanía de mariposa.

Por lo tanto, si se quieren aprovechar las mariposas en esas zonas turísticas es necesario que se invierta en infraestructura como vías de comunicación de acceso libre para apoyar la actividad tanto turística como artesanal. Es el caso de otros lugares del estado como Michapan, Paso de Ovejas y Tepexilotla donde se ha identificado un alto potencial agro-ecoturístico, turístico rural pero no se practica por las limitadas vías de comunicación (Díaz *et al* 2008, Piñar *et al* 2011, Mikery-Gutiérrez *et al* 2014, Rodríguez-Orozco *et al* 2014). En otros estados de la república mexicana también existen lugares con potencial turístico y su emprendimiento y desarrollo se ve afectado por las escasas vías de comunicación, por ejemplo, San Miguel Topilejo, en el valle de México (Carpinteyro-Urbán & Espinosa-Castillo 2014).

El total del área de las 21 zonas turísticas es un 11% de la superficie estatal, en que se aprovecharían las mariposas por las personas interesadas en esta actividad; lo anterior sugiere que no se afectará a las poblaciones de mariposas comunes y de amplia distribución, además las zonas más favorecidas se localizan en áreas donde la diversidad de especies es alta. Otro argumento que sustenta el uso de mariposas es que del total de la población por cada zona turística que pudiera dedicarse a esta actividad comercial es menos del 1% aproximadamente (INEGI 2014).

Es puntual mencionar, que también se pueden generar otros *souvenirs* con las imágenes o motivos de las mariposas, como sucede con las artesanías que representan la vida en el mar y así ampliar la oferta de productos en las zonas turísticas favorecidas. Esto sucede en los estados de Puebla, Sinaloa y Sonora, donde existen grupos organizados de artesanos, que aprovechan los recursos naturales de la región con la finalidad de diversificar las actividades de turismo rural y mejorar su nivel de ingresos económicos (Hernández-Soto 2014, Jouault & Pulido-Madariaga 2014, Romero-García 2014).

Se concluye que la actividad económica artesanal con base en mariposas es viable, bajo los factores analizados en el estudio. El Índice de favorabilidad calculado está dirigido a las personas del ámbito rural que muestren interés en aprender la técnica de la elaboración de artesanías. Cabe aclarar, que existen otros mercados para su venta como expo-ferias y ferias regionales, fiestas culturales y sitios públicos como parques o corredores gastronómicos donde se reúnen las personas los fines de semana con fines recreativos. El turismo nacional es el mercado idóneo para emprender el aprovechamiento sustentable del recurso mariposa, no solo en artesanías sino en mariposarios, unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) o en zocriaderos para venta de pupas y adultos como algo novedoso en el estado de Veracruz.

Es necesario mencionar que este tipo de investigación es de las primeras que se llevan a cabo en México, con la finalidad de aprovechar de manera sustentable las mariposas con potencial ornamental, actividad que ya está generando ganancias económicas y de educación ambiental en otros países como Costa Rica, Colombia, Ecuador (Martínez 2005, Gómez-S 2006, Sivinta 2011).

2.5. Agradecimientos

Este trabajo se realizó con financiamiento parcial del Colegio de Postgraduados y forma parte de la línea de investigación en Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje. Se agradece a los C. José Luis Quino Velázquez y C. Rogelio Quino Rosas, integrantes del comité que administra la cascada el Salto de Eyipantla por las estadísticas de turismo.

2.6. Literatura citada

Benseny G (2007) El turismo en México. Apreciación sobre el turismo en espacio litoral. Universidad Nacional de Mar del Plata 2:13-34

Camarena-Gómez DM, Robles-Baldenegro ME, Velarde-Mendivil AT, Erquizio-Espinal A (2014) Los alimentos tradicionales como alternativa de turismo rural: el caso de Ures, Sonora. Agro produc 7:42-48

Carpinteyro-Urbán SL, Espinosa-Castillo M (2014) El potencial natural de la reserva ecológica comunitaria San Miguel Topilejo para uso turístico. Agro produc 7:35-41

Chen RJC (2007) Geographic information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum. Science Direct 14: 289-295. doi:10.1016/j.jretconser.2006.07.004

Cruz-Salas LL (2011) Análisis socioeconómico de mariposas de Veracruz para uso artesanal.

MC. Tesis, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México, p 86

Comisión nacional de áreas naturales protegidas CONANP (2015).

http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php. Accesado 10 septiembre 2015

Díaz JI, Nava TME, Gallardo LF, García AJC, Fajersson P (2008) Potencial para turismo alternativa del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 8:199-208

Fagua G, Gómez R, Gómez, MA (2002) Estudio de viabilidad para la cría de mariposas y coleópteros como alternativa productiva para la regeneración del bosque en territorios dedicados a la siembra de cultivos ilícitos en San José del Guaviare (Colombia). *Bol SEA* 30:223-224

Gómez-S R (2006) Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. *Bol SEA* 38:451-460

Hernández-Soto JA (2014) Perspectivas del turismo rural en Santa Ana Teloxtoc, Tehuacan; Puebla, México. *Agro produc* 7: 64-70

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010) Censos poblacional. INEGI. México

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014) PIB y Cuentas Nacionales. México. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/tur/>. Accesado 18 diciembre 2015

Martínez R (2005) Estudio de factibilidad económico para la recolección-cría y comercialización de mariposas en la comunidad de Peña Roja de la Amazonia Colombiana. *Fundación Natura Colombia*, Bogotá, p 140

Jouault S, Pulido-Madariaga E (2014) Turismo solidario y empoderamiento: el caso de Ek Balam, Yucatán, México. *Agro produc* 7:24-29

Llorente-Bousquets J, Vargas-Fernández I, Luis-Martínez A, Trujano-Ortega M, Hernández-

Mejía BC, Warren AD (2014) Biodiversidad de Lepidoptera en México. Rev Mex Biodivers 85:S353-S371. doi:10.7550/rmb.31830

Mikery-Gutierrez MJ, Pérez-Vázquez A, Piñar-Álvarez MA, García-Albarado JC, Asiain-Hoyos A (2014) Valoración agroecoturística de Tepexilotla, Chocamán, Veracruz; desde la perspectiva del visitante. Agro produc 7:10-16

Monge-Nájera J, Gómez FP (2003) Las mariposas tronadoras (*Hamadryas* spp.) y su distribución geográfica en Costa Rica. Biocenosis 17:22-26

Mulanovich DCAJ (2007) Mariposas: guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Perú, p 101

Piñar AA, Nava TME, Viñas ODK (2011) Migración y ecoturismo en la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas (México) Pasos 9:383-396

Propín FE, Sánchez CA (2002) La estructura regional del turismo en México. Ería 59:386-394

Propín FE, Sánchez CA (2007) Tipología de los destinos turísticos preferenciales en México. Cuadernos de Turismo 19:147-166

QGIS Development Team (2009) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>

R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>

Rodríguez-Orozco N, Hernández-Martínez R, Vázquez-Luna D, Hernández-Romero AH, Castillo-Capitán G (2014) Potencial para turismo rural en la Cuenca alta de Michapan, Veracruz, México. Agro prodc 7:17 22

Romero-García OS (2014) Capacidad de carga turística de la reserva ecológica mineral de nuestra Señora de Cosalá, Sinaloa, México. Agro produc 7:30-34

Saaty T L (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences 1: 83-98

SECTUR (2013) Encuesta nacional de gastos turísticos en los hogares. <http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Iniciobanner2.aspx>. Accesado 8 diciembre 2015

Sivinta M BM (2011) Inventario de Lepidópteros y su incidencia en la demanda ecoturística especializada del jardín botánica las orquídeas, pertenecientes al sector el Ángel, ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, durante el año 2010. Tesis M.C. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, p138

CONCLUSIONES GENERALES

En México el recurso natural renovable mariposas es alto y se puede aprovechar de manera sustentable, para diversificar la oferta de productos artesanales dentro de los servicios turísticos, así también a través del establecimiento de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), como una alternativa turística para los visitantes.

La diversidad de especies de mariposas ornamentales en México tiene una distribución variable, siendo la más alta debajo el Trópico de Cáncer, cubriendo gran parte de la costa del Golfo y Pacífico; presentando una mayor cobertura de área los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Por otra parte, en el estado de Veracruz, las 21 zonas turísticas seleccionadas se localizan en áreas donde la diversidad de mariposas con potencial ornamental es alta. Por lo tanto, es una opción para las personas interesadas de comunidades rurales aledañas a las zonas, aprender las técnicas de elaboración de artesanías con base en mariposas y así generar ingresos adicionales a las actividades agropecuarias.

Las zonas Z06-01 que comprende Veracruz y Boca del Río, Z13-02 Coatzacoalcos, bajo los factores analizados del Índice de favorabilidad, son idóneas para emprender el aprovechamiento sustentable del recurso mariposa, no solo en forma de artesanías sino como base para otros *souvenirs*, como sucede con las artesanías que representan la vida en el mar y así ampliar la oferta de productos en estas zonas turísticas más favorecidas.

Es preciso puntualizar que este tipo de investigación es de las primeras que se llevan a cabo en el país y en el estado, con la finalidad de apoyar a una planificación en el aprovechamiento sustentable de las mariposas con potencial ornamental.