

00381



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PAPILIONIDOS Y
PIERIDOS
(LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) EN MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

LEONOR OÑATE OCAÑA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JORGE ENRIQUE LLORENTE BOUSQUETS

MÉXICO, D. F.

ABRIL 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE
PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS**

(LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) EN MÉXICO.

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**

P R E S E N T A

LEONOR OÑATE OCAÑA

**COMITÉ TUTORAL
DR. JORGE LLORENTE BOUSQUETS
DRA. CRISTINA CRAMER HEMKES
DR JUAN JOSÉ MORRONE LUPI**

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

*Finis creationis telluris est gloria dei ex operae
naturae per hominum solum "la finalidad de la
creación era preparar el escenario para la
llegada del hombre" Linneo 1758*

A todos los animales que me han regalado su ternura, especialmente a las libélulas, las arañas, las mariposas, los lobos, los leones y los delfines.

A Bugs, Dhaulagiri, Makalú, Argos, Tas y Ernie, que me enseñaron lo maravilloso que es el amor.

A toda la vida de este planeta y a aquello que la creó.

A ti, ma, porque he necesitado siempre que te sientas orgullosa de mí.

A Leoncita y Juanjo, como abono a la deuda que tengo con ustedes.

Me gustas cuando callas porque estás como ausente,
y me oyes desde lejos, y mi voz no te toca.
Parece que los ojos se te hubieran volado
y parece que un beso te cerrara la boca.

Como todas las cosas están llenas de mi alma
emerges de las cosas, llena del alma mía.
Mariposa de sueño, te pareces a mi alma,
y te pareces a la palabra melancolía.

Me gustas cuando callas y estás como distante.
Y estás como quejándote, mariposa en arrullo.
Y me oyes desde lejos, y mi voz no te alcanza:
déjame que me calle con el silencio tuyo.

Déjame que te hable también con tu silencio
claro como una lámpara, simple como un anillo.
Eres como la noche, callada y constelada.
Tu silencio es de estrella, tan lejano y sencillo.

Me gustas cuando callas porque estás como ausente.
Distante y dolorosa como si hubieras muerto.
Una palabra entonces, una sonrisa bastan.
Y estoy alegre, alegre de que no sea cierto.

Pablo Neruda (1904-1973)

AGRADECIMIENTOS

Me siento profundamente agradecida con la vida que me dio la oportunidad de existir. Gracias, Dios, por permitirme lograr mis sueños.

No encuentro las palabras para expresar mi agradecimiento a Jorge Llorente, el director de esta tesis, por haber tenido fe en mi capacidad al proponerme iniciar el doctorado y por el derroche de paciencia que requirió que lo concluyera.

Agradezco de todo corazón a Juan José Morrone, quien fungió como catalizador de la culminación de la tesis desde su llegada a México.

Gracias a toda mi familia: tíos, primos, sobrinos y abuelos. Gracias especialmente a mamá que me enseñó a disciplinarme para lograr metas y a mis hermanos que fueron un modelo a seguir. Gracias Leo y Juanjo por darme la satisfacción de ser madre.

Agradezco a todos los maestros que me formaron, desde el preescolar al posgrado, especialmente a la madre Rosario Ferrer, Alpha Iconomópulos, Ramón Jiménez, Guillermo Salgado Maldonado, Enrique González Soriano, Anelio Aguayo, Gustavo Garduño, Rosario Rodríguez, Francisco José Flores, Óscar Sánchez Herrera, José Marquina, Toño Lazcano, Darío Núñez, Carmen Pozo, Isolda Luna, y Óscar Flores.

Muchas gracias a la UNAM y al personal de la Facultad de Ciencias, por proporcionarme todo el apoyo para concluir mi educación profesional, especialmente a Pilar Alonso, Jorge Moreno, Minerva García, Aquiles Bernal y Martha Cano, así como al proyecto In-218502-3 "Taxonomía y Biogeografía de los Papilionoidea de México: Análisis de los Patrones de Distribución Geográfica".

Gracias, Charly, por motivarme para estudiar Biología en la Facultad. Siempre recordaré con emoción la clase de Sipuncúlidos a la que me invitaste cuando estudiaba la prepa.

Agradezco a la CONABIO, a Jorge Soberón, Raúl Jiménez, Mari Carmen Navarro, Carmen Donovarrós y Miguel Murguía por la ayuda prestada durante la realización de la tesis doctoral.

Agradezco el apoyo de todo el personal del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, en especial a Armando Luis Martínez, quien me invitó a trabajar con mariposas, y a Isabel Vargas Fernández, ambos, junto con Jorge Llorente, fueron los compiladores más importantes de la base de datos de mariposas utilizada en esta tesis. Gracias a todos los amigos que encontré en el Museo y que me apoyaron de muchas formas.

Gracias a todos mis amigos, Patricia, Maribel, Rosy, Gema, Dolores, Teresita, Lourdes, Enna, Pilar, Martha, Rocío, Tere, Rosa, Maricarmen, Pancho, Luis, Silvia, Lulú, Poncho, Laura, Pepita, Mariana, Emilia, Barbara, Gloria, Susana, Olga, Ana, Lety, Violeta, Adrián, Aldo, Mercedes, Paloma, Marisa, Marifer, Mario, Juan, Cecilia, Blanca, Jacinta, Lucy, Lupita, Carmen, Alicia y a todos los que me fue imposible mencionar aquí.

Gracias a Patricia Cacho, por enseñarme que la probabilidad cero se puede incrementar con valor y un gran esfuerzo.

Gracias al Westminster, al SBAS, a mis colegas maestros y a mis alumnos que me inspiran a la superación académica. Gracias al Tec de Monterrey, en donde aprendí a utilizar la computadora como herramienta.

Nunca podré compensar al Colegio Giocosa, a Olga, Susana y toda la comunidad Giocosa, por todo el apoyo que recibí en estos tres años de tregua, y por enseñarme a creer en el esfuerzo y dedicación ante la adversidad. Gracias a Miguel, Marco y Domingo, por haber aparecido en nuestras vidas.

Finalmente, agradezco a los miembros del jurado: Cristina Cramer, José Ramírez Pulido, Adolfo Navarro, Juan José Morrone, Jorge Meave y Pedro Miramontes, por el tiempo dedicado a la revisión de la tesis y por sus valiosas aportaciones.

RESUMEN

Las mariposas son un grupo ideal para estudios sobre alteración del hábitat, monitoreo de cambios ambientales y patrones biogeográficos en el Neotrópico. Dentro de las mariposas, los papiliónidos y piéridos son las familias mejor conocidas en México. Por ello, el objetivo de esta tesis fue describir y evaluar el conocimiento sobre la distribución y diversidad de estas dos familias de papilionoideos.

Cumpliendo con este objetivo, se describió una base de datos que contiene la información de 54 559 ejemplares de 129 especies de papiliónidos y piéridos de México publicándose un libro que presenta las localidades registradas para cada especie y su ubicación geográfica. La mayor parte de las localidades encontradas se localizan en los estados de Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Puebla. Los museos de Estados Unidos tienen mayor representación geográfica de papiliónidos y piéridos mexicanos. Por otro lado, el estado de Veracruz cuenta con el mayor número de ejemplares de la base de datos, lo que contrasta con un bajo número de localidades visitadas en comparación con Baja California, que tiene menor número de individuos pero mayor número de localidades recolectadas.

Después de la compilación y depuración de la enorme base descriptiva, se presentó un panorama histórico del conocimiento de los papiliónidos y piéridos mexicanos reflejado en la base de datos. Es la primera vez que se utiliza una base de datos para dar seguimiento cronológico y geográfico a la labor de los recolectores que han influenciado el desarrollo del conocimiento de un grupo de gran interés en conservación.

Se reconoció la incidencia de recolectas en ciertas localidades que aparecen a lo largo de las distintas épocas de recolección, a la vez de la baja representación de ejemplares del siglo XIX o más antiguos. Aunque sabemos que en México se llevaron a cabo algunas recolectas exhaustivas durante la Colonia y el país recién independizado; no contamos con datos que representen ese periodo. A principios del siglo XX se formaron colecciones que fueron destinadas a museos europeos y de ese tiempo tampoco tenemos datos suficientes. La representación de la base de datos es mucho mayor en los últimos 50 años pues se visitaron 1 818 localidades registrando 37 151 individuos de las 52 especies de papiliónidos y 78 de piéridos de México, siendo la colección de mariposas del Museo de Zoología de la

Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México la que cuenta con la mayor parte de los datos utilizados.

Con base en los datos reunidos y sistematizados electrónicamente, se evaluó el conocimiento y la ignorancia tanto por especies como por cuadrantes de .5 x.5 grados de lat/long y tipos de vegetación y se analizó la homogeneidad temporal y espacial de los registros, estudiando la relación del efecto de la escala y la intensidad del muestreo.

El patrón de distribución espacial y temporal de los registros resultó heterogeneo así como la intensidad de muestreo por localidad y por especie, de modo que la capacidad de predicción de la base de datos está sujeta a la escala. Solamente el 3% de cuadrantes tienen más de 26 localidades recolectadas. El 51% de los cuadrantes tienen menos de cuatro recolectas, mientras que solo el 6% tiene más de 50 recolectas. El 29% de los cuadrantes tienen menos de cinco individuos registrados y el promedio es de 110 individuos por cuadrante, mientras que solamente el 6% tiene más de mil individuos. El 33% de los cuadrantes con menos de tres especies registrados y solamente el 4% con más de 55 especies. La mayor parte de los datos se encuentran concentrados en el 6% de los cuadrantes. La frecuencia de individuos por especie tampoco es homogénea. Casi todas las especies se han recolectado poco y tan solo el 15% de las especies concentran más del 40% de los ejemplares de los datos reunidos.

Destacan las especies *Baronia brevicornis*, *Eurema daira*, *Pyrisitia proterpia*, *P. nise nelphe*, *Zerene cesonia*, *Anteos clorinde*, *Eurema mexicana*, *E. boisduvaliana* y *Natalis iole*, por contar con más de mil ejemplares registrados en la base de datos. Por otro lado, el 60% de los individuos registrados se recolectaron en sitios en donde el tipo de vegetación es el bosque mesófilo de montaña, y los bosques tropicales perennifolio y caducifolio, siendo estos tipos de vegetación los mejor conocidos.

De este modo, se concluye que los inventarios son incompletos y muestran patrones heterogéneos de recolectas en tiempo, espacio y taxón, con lo que el uso de sistemas de información geográfica puede generar conclusiones sesgadas, de no tomarse estrategias de modelación y verificación.

Finalmente, se propuso un índice de amplitud biogeográfica con base en frecuencias relativas como método para poder generar predicciones cuando se tienen bases de datos pobres y con registros poco homogéneos. Se presentaron las ventajas, desventajas y

requerimientos para la aplicación de este índice y además se discuten los métodos más comunes usados para predecir la distribución potencial de las especies, incluyendo las ventajas que ofrecen y los problemas generados al aplicarlos en bases de datos incompletas e imprecisas.

Se compararon los resultados del uso de este índice con los datos de colecciones y los registros encontrados en la literatura. El índice obtenido se encontró en un intervalo de valores de 0 a .49 en papilionidos y 0 y .59 para piéridos, lo que refleja el marcado carácter de circunscripción geográfica de las especies de ambas familias, o bien insuficiencia de recolección.

Con base en todo lo anterior se discuten estrategias de recolección, análisis y modelación para este grupo si se quiere continuar usándolo como modelo en estudios de bioconservación y biogeográficos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
HISTORIA DEL CONOCIMIENTO DE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS DE MÉXICO.....	7
EL USO DE LAS BASES DE DATOS CURATORIALES EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD: UN EJEMPLO CON PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS MEXICANOS.....	9
Leonor Oñate-Ocaña y Jorge Llorente Bousquets	
CAPÍTULO II	
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE MEXICANOS.....	47
PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA E ILUSTRACIÓN.....	52
Jorge E. Llorente Bousquets, Leonor Oñate-Ocaña, Armando Luis-Martínez e Isabel Vargas-Fernández	
CAPÍTULO III	
EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE MEXICANOS.....	87
Una Evaluación del conocimiento y de la distribución de las Papilionidea y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera)	90
Leonor Oñate-Ocaña, Juan José Morrone y Jorge Llorente Bousquets	
CAPÍTULO IV	
USO DE LAS BASES DE DATOS EN BIOCONSERVACIÓN: UN EJEMPLO CON MARIPOSAS MEXICANAS.....	135
The use of specimen-label databases for conservation purposes: an example using mexican Papilionid and Pierid butterflies	138
Jorge Soberón, Jorge Llorente Bousquets y Leonor Oñate	
CAPÍTULO V	
EL ÍNDICE DE AMPLITUD BIOGEOGRÁFICA APLICADO A UNA BASE DE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS (INSECTA: LEPITOPTERA) MEXICANOS	164
Leonor Oñate-Ocaña y Jorge Llorente Bousquets	

CONCLUSIONES	190
REFERENCIAS	195

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Taxones de Papilionidos y Piéridos mexicanos descritos por autor.....	42
Figura 2. Localidades acumulativas donde se han recolectado Papilionidos y Piéridos por periodo de cada dos décadas.....	43
Figura 3. Localidades donde se han recolectado Papilionidos y Piéridos por periodo de cada dos décadas	44
Figura 4. Localidades visitadas por los colectores más importantes.....	45

Figura 2.1 Intensidad de muestreo: número de localidades contra número de individuos.....76

Figura 2.2 Intensidad de muestreo: número de localidades contra número de especies.....76

Figura 3.1 Cuadrantes con más de 200 individuos.....115

Figura 3.2 Cuadrantes con mayor número de individuos

Figura 3.3 Cuadrantes con mayor número de especies.....117

Figura 3.4 Cuadrantes con mayor número de recolectas.....118

Figura 3.5 Cuadrantes con valores más altos de recolectas/localidad.....119

Capítulo V

Figura 1. Distribución latitudinal de papilionidos y piéridos.....181

Figura 2. Distribución altitudinal de papilionidos y piéridos.....181

ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo I

Cuadro 1. Descripciones de Papilionidos y Piéridos de México.....22

Cuadro 2. Publicaciones más importantes sobre Papilionidos y Piéridos de México.....23

Cuadro 3. Recolectores más importantes con las especies y localidades más recolectadas

Cuadro 2.1 Condiciones ecogeográficas de las localidades más ricas en especies

Cuadro 3.1 Número de individuos, especies, recolectas y localidades con registro de papilionidos y piéridos para los cuadrantes con más de 200 individuos.....107

Cuadro 3.2 Coordenadas geográficas de los cuadrantes con más de 200 individuos de papilionidos y/o piéridos.....	108
Cuadro 3.3 Localidades más ricas en especies de los cuadrantes con más individuos.....	109
Cuadro 3.4 Comparación del contenido específico en los cuadrantes con más de 200 individuos.....	110
Cuadro 3.5 Comparación del contenido de especies de distribución restringida entre los cuadrantes con más de 200 individuos.....	113

Capítulo V

Cuadro 1. Clasificación de la vegetación original registrada con el tipo de vegetación de Rzedowski..	182
Cuadro 2. Índice de amplitud biogeográfica para papilionidos.....	183
Cuadro 3. Índice de amplitud biogeográfica para piéridos.....	184
Cuadro 4. Parámetros evaluados para los índices de amplitud biogeográfica de colecciones y literatura.....	185

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 2.1 Curvas de acumulación de especies por estado	79
Apéndice 3.1 Abundancia de especies de algunas de las 24 localidades más ricas en especies	120
Apéndice 3.2 Curvas de acumulación para los cuadrantes con mayor riqueza específica.....	129

Capítulo V

Apéndice. Especies registradas en cada tipo de vegetación.....	186
--	-----

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos en los que la biología, la economía y la política conversan y convergen para detener la erosión y restaurar la desaparición de poblaciones, la alteración de hábitats, la contaminación y la sobreexplotación de recursos naturales por actividades humanas, los biólogos queremos contribuir a la búsqueda de soluciones en el manejo de los recursos y la protección de los ecosistemas, especialmente en las regiones tropicales, con el objeto de conservar la biodiversidad del planeta. (Lichtinger, 1992; May, 1992; Urquidi, 1992; Agenda 21, 1994; Toledo, 1994).

Las estimaciones sobre el número de especies habitantes en el planeta, así como las evaluaciones sobre la tasa de desaparición real de ecosistemas, han generado una preocupación por el estudio y conservación de los ecosistemas, así como por el análisis de la biodiversidad (National Science Board, 1989; Barnard, 1992; Ehrlich y Ehrlich, 1992; Ogarrío, 1992; Seligman, 1992; Glowka *et al.*, 1996; UICN, 1996; Harcourt y Sayer, 1996; Kerr *et al.*, 2000; Myers *et al.*, 2000; Pimm y Raven, 2000).

A pesar de contar con gran variedad de estimaciones sobre los cambios en la biodiversidad, ya sean naturales o promovidos por las actividades humanas, y que en su mayoría se manifiestan como pérdidas de poblaciones o recambio de especies, desconocemos sus consecuencias reales. Ignoramos, contra toda estimación, el número real de especies en el planeta, el número de especies que coexisten en los ecosistemas de la Tierra y el papel que juegan en el equilibrio de los ecosistemas (Ehrlich y Ehrlich, 1992; Gentry, 1992; Agenda 21, 1994; Primack, 2000).

El conocer la riqueza de especies, su abundancia, estacionalidad y distribución geográfica, permitirá que podamos descubrir especies 'angulares' o 'clave' en la conservación de los ecosistemas, identificar especies raras o en peligro de desaparecer, reconocer especies endémicas y caracterizar comunidades en ecosistemas específicos. También podremos predecir la distribución de especies conocidas y la descripción de especies nuevas al intensificar el muestreo, detectar áreas de mayor riqueza, áreas de endemismo y áreas de mayor diversidad, así como cambios estacionales, espaciales y temporales en la diversidad, y la correlación de los patrones de distribución con factores ecogeográficos y climáticos, entre otros temas de interés actual (Becher, 1998; Oñate-Ocaña *et al.* 2000; Lenton *et al.*, 2000; Linell *et al.*, 2000; Kerr *et al.*, 2000; Primack, 2000; MacNally, 2002; Petersen y Meier, 2003).

Se han utilizado diversos grupos muy bien conocidos en su distribución para analizar la biodiversidad (Gentry, 1992; Peterson *et al.*, 1998); sin embargo, las mariposas también presentan algunas alternativas en estudios conservacionistas por sus preferencias ecológicas variadas y sus

respuestas a la perturbación del hábitat (New, 1991). Las relaciones estrechas con la planta de alimentación de la larva de lepidópteros, por ejemplo, las convierten en organismos ideales para estudios sobre la alteración del hábitat y monitoreo de cambios ambientales (Tyler *et al.*, 1994), además, ofrecen un buen material para el análisis de patrones biogeográficos, especialmente en la región Neotropical (Whitmore y Prance, 1987).

Por otro lado, aunque algunas especies de mariposas se han adaptado a vivir en ambientes perturbados, muchas otras pueden estar en peligro de desaparecer: algunas especies endémicas o raras de papiliónidos y piéridos se encuentran en la lista de especies amenazadas o en peligro de extinción. La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) cita 40 especies de las 143 de papiliónidos del Nuevo Mundo como amenazadas debido a la pérdida del hábitat, degradación de agua y aire y por sobreexplotación comercial (Sedenko, 1991; Tyler *et al.*, 1994).

La República Mexicana, que tiene un área terrestre de 1, 964, 375 km², de los cuales 1, 959, 248 km² son superficie continental y 5,127 km² corresponden a superficie insular (INEGI, 2002), con una cobertura de vegetación de 448,120 km², mostró una tasa de deforestación de 1.3% entre 1981 y 1990 (FAO, 1993; Harcourt y Sayer, 1996). México ha sido señalado como un país rico en especies, reconociéndose como uno de los quince países megadiversos, que albergan un 60% de las especies vivientes conocidas: México ocupa el primer lugar en el mundo en cuanto a diversidad de reptiles, el segundo en especies de mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. Además, México tiene el 52% de sus especies vegetales y más de 800 especies de vertebrados endémicas, destacando que el 45% de los anfibios y el 53% de los reptiles mexicanos son endémicos. México también alberga una de las 15 áreas llamadas 'hots spots' (áreas amenazadas y con diversidad alta) que tienen un 30-40% de biodiversidad. La ubicación geográfica del territorio mexicano, su topografía variada y mosaico de climas y vegetación; su diversidad de especies y formaciones vegetales; su historia geológica y biogeográfica compleja explican el alto número de endemismos y la gran diversidad de especies (Halffter, 1976; Toledo, 1988, 1994; Dirzo, 1992; Gómez-Pompa, 1992; Holdgate, 1992; Mittermeier y Goettsch, 1992; Rzedowski, 1992; Flores y Gerez, 1994; Harcourt y Sayer, 1996; CONABIO, 1997; Myers *et al.*, 2000; Primack, 2000). Por todo esto es de esperar que la lepidopterofauna mexicana también sea diversa.

El conocimiento de las mariposas en México se ha ido incrementando desde sus inicios en el siglo pasado (Llorente *et al.*, 1993). Llorente y Luis (1993) señalaron que un 90-95% de las especies de papiliónidos ya han sido registradas, pero se requiere de inventarios completos de todas las regiones conocidas del país para describir su diversidad, analizar las áreas de mayor riqueza y endemismos, señalar áreas amenazadas o 'hot spots', hacer inferencias sobre los cambios de diversidad y definir los límites de distribución de las especies (Oñate *et al.*, 2000).

Como respuesta a estas necesidades, esta tesis describió la distribución conocida de las especies de papilionidos y piéridos mexicanos, analizando algunos patrones de diversidad y el grado de conocimiento del grupo. Se trabajó en una base de datos elaborada por el personal del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, quienes desde 1984 consultaron distintas referencias y colecciones del mundo, y que culminaron en la publicación del libro "*Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e ilustración*". Los recursos para conseguir estos datos fueron financiados por la Facultad de Ciencias, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Llorente *et al.*, 1997).

En este trabajo se discute la calidad de los datos de distribución y su potencial predictivo, proponiendo un método basado en la frecuencia para clasificar a las especies de acuerdo a su amplitud biogeográfica.

En el Capítulo I, se presenta un artículo inédito sobre la historia del conocimiento de papilionidos y piéridos de México, donde se analizó la base de datos desde el punto de vista histórico, describiendo en orden cronológico la aparición de registros de especies hasta ese momento desconocidas, así como los recolectores más importantes y localidades más visitadas.

En el Capítulo II, se presenta de modo esquemático el libro "*Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e ilustración*", que es el primer trabajo publicado durante el desarrollo de la tesis. En este texto se describe la distribución de 129 especies basada en la información de 54 559 ejemplares registrados en colecciones de 11 museos que abarcan el trabajo de los recolectores más importantes del siglo pasado.

En el Capítulo III, se presenta el artículo "Una evaluación del conocimiento y de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera)", en el que se evalúa el conocimiento de estas dos familias a través de cuadrantes en los que se contaron las localidades, recolectas, ejemplares y especies, además de correlacionarlos con los tipos de vegetación reconocidos por Rzedowski (1978).

En el Capítulo IV se presenta un ejemplo del uso de bases de datos aplicados a la bioconservación y su uso con mariposas mexicanas, discutiéndose el efecto de la escala, el grado de ignorancia y la necesidad de ampliar los estudios en las zonas desconocidas e intensificar los muestreos en áreas con baja intensidad de recolecta. Éste es un documento preliminar en donde se cuestiona el uso predictivo de los datos a escalas menores, como coordenadas geográficas de recolección, y escalas mayores, como los tipos de vegetación del país.

En el Capítulo V se propone un método de faunística predictiva (Escalante *et al.*, 2000) capaz de generar la probabilidad de presencia de especies de estas dos familias en las regiones desconocidas del país. La propuesta se ofrece como un índice, llamado 'índice de amplitud

biogeográfica', que está basado en la frecuencia de los registros en la base de datos de las especies y el número de individuos, los estados registrados, el mes de recolecta, las localidades, los cuadrantes geográficos y las franjas latitudinal y longitudinal en donde se registraron los ejemplares. Este índice podrá utilizarse en bases de datos con registros heterogéneos en espacio, tiempo y grupo taxonómico, y para predecir cambios en las comunidades con base en el monitoreo de las mariposas; planteando la posibilidad de utilizar estos datos para establecer una correlación entre los cambios en el hábitat (por actividades humanas principalmente) y establecer un índice de probabilidad de aparición de cada especie, de acuerdo con la región y las condiciones ecogeográficas (con base en los datos reales). De este modo se busca contribuir con un método de monitoreo rápido que pueda aplicarse en la evaluación del impacto ambiental y como herramienta para la planeación del uso de suelo en conservación, utilizando especies de mariposas con bajos valores del índice como indicadoras.

Finalmente se presenta un programa interactivo sencillo que facilita al usuario obtener información sobre las frecuencias de las especies en los tipos de vegetación, así como las frecuencias totales para cada especie por estado, cuadrante, latitud, tipos de vegetación y localidades.

Para facilitar la lectura de la tesis, las páginas se numeran en la parte inferior derecha; sin embargo, se conservan las numeraciones originales de las publicaciones tal y como aparecen en el libro y en las revistas *Acta Zoológica Mexicana* y *Biodiversity and Conservation*. De este modo, la paginación en el índice corresponde a los números de la esquina inferior derecha. Los artículos que no se han publicado se integran como parte del capítulo correspondiente, mientras que los documentos publicados se presentan en los apéndices respectivos.

Los datos utilizados en esta tesis fueron obtenidos tanto de la literatura como de colecciones de varios museos. A continuación se describen las abreviaturas: Carnegie Museum of Natural History (Pittsburgh, Pennsylvania, abreviado como CMNH; Los Angeles County Museum (Los Ángeles, California) abreviado como LACM; San Diego Natural History Museum (San Diego, California), abreviado SDNHM; American Museum of Natural History (New York), abreviado AMNH; California Academy of Sciences (San Francisco, California) abreviado CAS; Colección 'Essig' del departamento de Ciencias Entomológicas, Universidad de California *campus* Berkeley (Berkeley, California), abreviado UCB; Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, abreviado MZFC; Smithsonian Institution (Washington, D. C.) abreviado USNM; Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, abreviado como IBUNAM; colección Lamberto González Cota, abreviado como

CLGC, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, ENCB y Allyn Museum of Entomology (Sarasota, Florida) abreviado AME.

Los objetivos de esta tesis fueron:

- I. Describir la distribución conocida de papilionidos y piéridos de México.
 - i. Elaborar mapas de las localidades de registro (áreas ocupadas) de cada especie de papilionidos y piéridos de México.
 - ii. Describir la distribución y abundancia de cada especie.
 - iii. Describir los patrones de riqueza de especies.

- II. Evaluar el conocimiento de los papilionidos y piéridos de México.
 - i. Determinar las áreas y los tipos de vegetación mejor conocidos.
 - ii. Determinar el grado de conocimiento de papilionidos y piéridos a escalas diversas como estado, cuadrante geográfico, localidades y tipos de vegetación.
 - iii. Identificar las localidades, estados, cuadrantes geográficos y tipos de vegetación más ricas en especies.
 - iv. Describir las especies de papilionidos y piéridos en cada tipo de vegetación.

- III. Proponer un método para predecir la distribución de papilionidos y piéridos de México.
 - i. Describir la frecuencia para cada especie en cada tipo de vegetación y en cada cuadrante, obteniendo un valor relativo que pueda indicar la extensión geográfica de cada especie.
 - ii. Contrastar los resultados obtenidos al aplicar el índice en los datos de colecciones con los datos de la literatura y compararlo con otras valoraciones estadísticas.
 - iii. Proponer el empleo del índice de amplitud biogeográfica basado en la frecuencia relativa para predecir la probabilidad de distribución de cada especie.
 - iv. Discutir el uso potencial del índice de amplitud biogeográfica en conservación.

Esta tesis busca explicar cómo se distribuye el conocimiento de papilionidos y piéridos, la riqueza de especies y la intensidad de recolectas por regiones, localidades y tipos de vegetación; así como evaluar el poder predictivo de los datos y determinar el tipo de predicciones que pueden generar los datos. Esta investigación responde: dónde se han recolectado papilionidos y piéridos de México, cuáles son los cambios en la distribución y abundancia de las especies recolectadas, cuál es la distribución de la riqueza de papilionidos y piéridos de México, cuáles son las regiones en donde se recolectó satisfactoriamente y qué tanto se ha recolectado en el país

como para sacar conclusiones acerca de los patrones de distribución de estas dos familias. Cuáles son las áreas y tipos de vegetación en donde se recolectaron papilionidos y piéridos, y en qué tipos de vegetación se recolectó menos; cuáles son las regiones y tipos de vegetación más ricos en especies, en qué tipos de vegetación se han recolectado las especies de papilionidos y piéridos y qué especies se han registrado en cada tipo de vegetación, identificando las regiones con mayor riqueza de especies y abundancia de estos dos grupos; cuál es el valor predictivo de los datos y qué tan homogéneas son las recolectas como para poder concluir sobre los patrones de distribución de papilionidos y piéridos mexicanos, es decir ¿puede utilizarse la base de datos, con todo y los problemas de heterogeneidad de registros por especies y por regiones, como herramienta en faunística predictiva? ¿El índice de amplitud biogeográfica basado en las frecuencias relativas, podrá ser una alternativa para generar predicciones cuando no se cuenta con la calidad de datos ideal?

La pregunta medular que responde esta tesis es: ¿En dónde se puede encontrar cada especie de papilionidos y piéridos de México? Y viceversa: En un lugar dado, ¿qué especies encontraremos de estas dos familias? Y como consecuencia lógica, ¿la convergencia de especies con un índice de amplitud biogeográfica bajo es argumento suficiente para apoyar propuestas de conservación?

"Las mariposas constituyen el grupo de animales donde Dios escribió sobre sus alas, los signos de su creación y el lenguaje de la evolución" Jorge Llorente Bousquets

CAPÍTULO I

HISTORIA DEL CONOCIMIENTO DE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS DE MÉXICO

El uso de las bases de datos de ejemplares, alojados en colecciones de museos del mundo y de ejemplares registrados en la literatura, ha facilitado la tarea de estimar la riqueza de especies y los cambios en la diversidad (Escalante *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000). La información extraída se ha usado para apoyar propuestas de conservación (Navarro y Llorente, 1994), principalmente enfocados en las aves, que son el grupo mejor conocido entre los vertebrados (Gentry, 1992).

En este capítulo se propone el uso de los inventarios que concentran decenas de miles de datos para reconstruir las rutas preferidas por los exploradores, naturalistas y biólogos que visitaron nuestro país durante los siglos XIX y XX. La mayor parte de los ejemplares alojados en las colecciones de los museos del mundo contienen información sobre los nombres de estos recolectores, las localidades que recolectadas, el tipo de vegetación y la fecha en que hicieron las visitas. En este artículo titulado *"El uso de bases de datos curatoriales en la reconstrucción de la historia del conocimiento de la biodiversidad: un ejemplo con papiliónidos y piéridos mexicanos"* se utilizaron los datos de 54 559 ejemplares albergados en museos y referidos en la literatura, para describir cómo fueron conociéndose las mariposas de estas dos familias en México.

Entre los hechos que pudieron recopilarse, destaca el que la mayoría de las especies de papiliónidos y piéridos mexicanos fueron descritos por naturalistas extranjeros, sobre todo europeos, antes del siglo XX. Solamente el 20% de los taxones se describieron durante el siglo pasado. De este último porcentaje, solo la mitad fueron descritas por entomólogos mexicanos.

Otro hecho que sorprende es que de los ejemplares recolectados antes del Siglo XX, la mayoría cuenta con muy poca información, están perdidos o aun sin preparar. Solamente el 5% de los ejemplares de la base de datos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, corresponden a individuos recolectados antes del Siglo XX, el resto fueron recolectados y/o citados después.

Se encontró además, que el 55% de los ejemplares provienen de unas cuantas localidades de Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, la mayoría con bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio como tipo de vegetación. Entre los lepidopterólogos más importantes, sobresalieron Carlos Hoffmann y Leonila Vázquez, iniciadores de la colección del Instituto de

Biología de la UNAM, Roberto G., Roberto Jr. y Javier De la Maza, Carlos Beutelspacher, Jorge Llorente Bousquets y Armando Luis Martínez como los más destacados en el conocimiento de mariposas mexicanas.

EL USO DE BASES DE DATOS CURATORIALES EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD: UN EJEMPLO CON PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS MEXICANOS

Leonor Oñate-Ocaña y Jorge Llorente Bousquets

RESUMEN

El interés por el conocimiento de las mariposas se remonta a los principios de la civilización. Aunque las mariposas figuraron como objetos míticos y de ornato en culturas antiguas, las primeras descripciones formales de mariposas mexicanas datan de la Época Colonial. Desde entonces y hasta el Siglo XIX, los ejemplares recolectados fueron destinados a diferentes museos del mundo. No obstante, en muchas culturas precolombinas mesoamericanas fueron motivo de interés cultural. No es sino hasta principios del Siglo XX, todavía bajo influencia europea, en que se inicia la primera colección científica de mariposas mexicanas en nuestro territorio con Roberto Müller. Al mismo tiempo se publicó la primera compilación con la obra *Biología Centrali Americana* de Frederick du Cane Godman y Osbert Salvin. Carlos Hoffmann, Carlos Beutelspacher, Roberto De la Maza (familia) y Jorge Llorente con su equipo incrementaron el acervo de conocimiento de los papiliónidos y piéridos durante distintas etapas del Siglo XX. En este artículo se muestra el uso de las bases de datos para describir cronológicamente la producción del conocimiento de estas dos familias de mariposas, enfocándose en las regiones mejor estudiadas y los recolectores más importantes.

ABSTRACT

The interest in the knowledge of butterflies backs on the beginning of the civilization. Although butterflies have figured in ancient cultures but the first descriptions of Mexican butterflies were done in colonial times; since then until the 19th century the collected specimens were sent to several museum collections around the world. It was only at the beginning of 20th century when the first scientific collections of Mexican butterflies was started with Robert Müller. At the same time, Frederick du Cane Godman and Osbert Salvin published the first compilation of American butterflies. Carlos Hoffmann, Carlos Beutelspacher, Roberto De la Maza and Jorge Llorente and his team delined several historical blocks on the history of the knowlege about Mexican butterflies. This paper shows how specimen-label data bases may be used to describe chronologically the two butterfly families knowledge production focused on the most studied regions and the most important colectors.

INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años se ha incrementado el uso de las bases de datos para estimar la riqueza de especies y los cambios en la biodiversidad (Peláez, 1994; Soberón *et al.*, 2000; Martín-Piera y Lobo, 2003). La mayor parte de la información contenida en las bases de datos se ha obtenido de colecciones (Navarro y Llorente, 1994; Navarro *et al.*, 2003 a y b), por lo que los museos se convierten en centros privilegiados para la investigación y planeación de estrategias de conservación

(Peláez, 1994; Navarro y Llorente, 1994; Peterson *et al.*, 1998; Navarro *et al.*, 2003a). Las mariposas son un grupo ideal para estas evaluaciones por sus requerimientos ecológicos y sus respuestas a la perturbación del hábitat (New, 1991). Sus relaciones estrechas con la planta de alimentación, por ejemplo, las convierten en organismos ideales para estudios sobre la alteración del hábitat y monitoreo de cambios ambientales (Tyler *et al.*, 1994); además ofrecen un material adecuado para el análisis de patrones biogeográficos, especialmente en la región Neotropical (Whitmore y Prance, 1987).

La belleza de las mariposas ha impactado desde tiempos remotos a las culturas humanas de todos los tiempos, y están representadas en objetos de arte, en la mitología y como símbolos en sus religiones (Smart, 1975; De la Maza, 1987; New, 1991). No es de extrañar que el interés por el estudio de las mariposas mexicanas se remonte al México prehispánico (Smart, 1975; Trabulse, 1983; Beutelspacher, 1989; Tyler *et al.*, 1994; Michán y Llorente, 2002). Sin embargo, es hasta fines de la dominación española cuando diversos naturalistas europeos recolectaron especímenes y se comenzaron a describir las especies de mariposas de México. Gran parte de los ejemplares recolectados se enviaron a museos europeos en donde la mayoría de los ejemplares se perdieron. La inestabilidad del México Independiente no permitió un rápido desarrollo de la ciencia, sino que poco a poco se fue logrando la institucionalización y con ello el establecimiento de colecciones nacionales que se fortalecieron hasta finales del Siglo pasado. El objetivo de este artículo es integrar este panorama histórico del conocimiento de los papilionidos y piéridos de México reflejado en la descripción de una base de datos de 54 559 individuos de papilionidos y piéridos recolectados en 2 341 localidades del país desde fines del Siglo XIX hasta el año 2000 (Llorente *et al.*, 1997).

Entre los lepidópteros, los papilionidos y los piéridos destacan como los grupos mejor conocidos (Llorente *et al.*, 1996), por lo que un ensayo acerca de la historia del conocimiento sobre ellos en gran medida reflejará el conocimiento de las mariposas diurnas en el país. En este artículo se muestra el uso de bases de datos para reconstruir la historia del conocimiento faunístico y taxonómico de un grupo de Rhopalocera de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una base de datos en ACCESS 2.0 en la que están registrados 40 752 individuos de papilionidos y piéridos albergados en 12 museos de Estados Unidos y México, y 13 807 individuos documentados en 145 fuentes bibliográficas. Así, la información proviene de tres conjuntos: bibliografía, colecciones en museos de México y Estados Unidos, y colecciones del equipo del museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se ordenaron por fecha los registros de cada una de las especies. Se contaron las localidades registradas por periodo, dividiendo arbitrariamente intervalos de 20 años en las siguientes categorías: 1878 a 1901, 1902 a 1920, 1921 a 1940, 1941 a 1960, 1961 a 1980 y 1981 a 2000. Las localidades se desplegaron en ARCVIEW 3.0 y se generaron mapas de los intervalos señalados de forma acumulativa.

Se enlistaron y contaron las localidades visitadas para cada recolector y se obtuvieron los mapas de las localidades visitadas para los recolectores que tienen mayor número de individuos recolectados. Se consultaron las publicaciones sobre la distribución de papilionidos y piéridos de México y se citaron en las referencias marcadas con un asterisco (*) y se hizo una revisión bibliográfica de referencias históricas, particularmente aquellas relacionadas con la descripción de géneros y especies de papilionidos y piéridos mexicanos, que se marcaron con el signo *.

Los datos de colecciones fueron de las siguientes en la que se ofrece su acrónimo:

Allyn Museum of Entomology (Sarasota, Florida)	AME
American Museum of Natural History (Nueva York)	AMNH
California Academy of Sciences (San Francisco, California)	CAS
Colección Lamberto González Cota (México, D.F.)	CLGC
Carnegie Museum of Natural History (Pittsburgh, Pennsylvania)	CMNH
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (México, D. F.)	ENCB
Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (México, D. F.)	IBUNAM
Los Angeles County Museum (Los Ángeles, California)	LACM
Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F.)	MZFC
San Diego Natural History Museum (San Diego, California)	SDNHM
Colección 'Essig' del Departamento de Ciencias Entomológicas, Universidad de California campus Berkeley (Berkeley, California)	UCB
Smithsonian Institution (Washington, D. C.)	USNM

Por comodidad, los nombres de las especies y status taxonómico siguen la publicación autorizada más reciente de Llorente *et al.*, (1997).

RESULTADOS

En cuanto a las descripciones de los papilionidos y piéridos mexicanos, destacan los autores extranjeros como los que cuentan con mayor número de taxones descritos (figura 1). En el cuadro 1 pueden leerse las descripciones por autor y el cuadro 2 presenta las publicaciones más importantes de papilionidos y piéridos de México. El cuadro 3 muestra los recolectores más importantes y las localidades más recolectadas del país.

ÉPOCA COLONIAL. Las obras más destacadas del Siglo XVIII son las obras de Cramer (1775-1782), Fabricius (1775-1793), Herbst (1790-1804), Linnaeus (1758, 1763, 1764 y 1777) y Stoll (1786 y 1787-1791), pues contienen descripciones de varias especies con distribución en México. Una importante publicación de esta época fue la revista *The Aurelian*, editada por Moses Harris, que se estrenó con una 'artística ilustración' de dos recolectores persiguiendo mariposas (Smart, 1975).

Los aspectos más importantes de este período fueron las descripciones de Linneo de dos especies del género *Battus* y de *Pterourus glaucus*, además de tres especies de piéridos mexicanos, y las de Fabricius, alumno de Linneo, quien describió muchas especies de insectos del mundo, reconociendo 1147 especies entre las que estaban dos papilionidos y dos piéridos que se encuentran en México. Algunos de los ejemplares que Fabricius usó para hacer las descripciones se encuentran en la colección de Sir Joseph Banks en el Natural History Museum de Londres (Smart, 1975; Llorente *et al.*, 1997). De este tiempo no se tienen ejemplares registrados ni se conocen recolectores ni localidades precisas. El registro más antiguo de la base de datos de 1840 y se conserva en el Carnegie Museum of Natural History en Pittsburgh, Pensilvania. Puede verse claramente que el estudio en este período es incipiente.

MÉXICO INDEPENDIENTE. Destacaron en la primera mitad del Siglo XIX las obras *Suites à Buffon; Histoire naturelle des insectes* de Boisduval, *Genera of diurnal Lepidoptera* de Doubleday, y *Sammlung* de Herrich-Schäffer. Hasta 1854 fueron descritos 24 taxones de papilionidos y 27 de piéridos por importantes científicos como Hübner, Geyer, Godart, Westwood, Boisduval, Doubleday, Lucas, Herrich-Schäffer y Gray.

En 1861 W. C. Hewitson publicó la obra *Exotic Butterflies*, con 60 láminas en cinco volúmenes, a partir de ejemplares recolectados por Bates y Wallace desde 1851. En este documento se describió un papilionido mexicano.

En la segunda mitad del Siglo XIX destacaron las descripciones de taxones de papilionidos y piéridos mexicanos de Bates, Hopffer, Reakirt, C. Felder, R. Felder, Edwards, Butler y Oberthür, entre las cuales suman 14 taxones de papilionidos y 27 de piéridos. Entre las obras más importantes de este tiempo destacaron *Reise der Osterreichischen Fregatte Novara um die Erde* de Cajetan y Rudolph Felder; *Lepidoptera Exotica* de Butler, donde se incluyó la monografía del género de piéridos *Callidryas (Phoebis)*; *Synonymic Catalogue of Diurnal Lepidoptera*, de 1871, donde W. F. Kirby reconoció 7 695 especies de mariposas, contrastando con las 1147 que había reconocido Fabricius. Kirby también publicó *A handbook to the order Lepidoptera* para el Allen's Naturalist's Library (1894-97) y similarmente contribuyó al *Lloyd's Natural History* (1896-1897). Casi al mismo tiempo, en Alemania, surgían *Exotische Schmetterlinge* de Schats y Röber, y *Exotische Tagfalter* de Staudinger, como importantes contribuciones a la sistemática de las mariposas, incluyendo las mexicanas.

Entre las recolectas más importantes de fines del Siglo XIX (1896-1899) destacan las efectuadas por W. Schaus, quien recolectó ejemplares de 20 especies de papilionidos y 27 de piéridos en el bosque mesófilo y bosque tropical subperennifolio de Veracruz (Misantla, Cuesta de Misantla, Espinal, Las Vigas, Jalapa, Veracruz, Orizaba, Huatusco, Córdoba, Zongolica y Coatzacoalcos); Nuevo León (Monterrey), Jalisco (Guadalajara); Oaxaca y San Luis Potosí. Los

ejemplares se encuentran en los museos CMNH y USNM, siendo los ejemplares más antiguos registrados en la base de datos.

En el CMNH, sin nombre del recolector, con fecha al año 1899, se registraron ejemplares de *Catasticta flisa* y *Anteos clorinde* recolectados en el bosque mesófilo de Jalapa y Texolo en Veracruz, y *Parides photinus*, *Pyrrhosticta garamas*, *Phoebis sennae*, *Eurema mexicana*, *Nathalis iole* y *Catasticta nimbice* en Uruapan, Michoacán. En esa misma fecha, Townsend recolectó en Chihuahua, en el municipio de Piedras Verdes, tres especies de papiliónidos y seis de piéridos de amplia distribución.

SIGLO XX. En 1906 se concluyó la publicación *Biologia Centrali Americana* de F. Godman y O. Salvin, obra en la que se cita más de 60% de las especies de papiliónidos y piéridos conocidas para México (Llorente *et al.*, 1997; Michán y Llorente, 2002). Juntos, Godman y Salvin describieron siete taxones de papiliónidos y cinco de piéridos; además, Salvin describió un taxón de cada familia. En esta obra monumental se registraron, entre muchos otros grupos, 34 especies de papiliónidos y 48 de piéridos recolectados por una variedad de personas. Entre los registros más numerosos destacan las especies de piéridos de amplia distribución de los géneros *Eurema* y *Pyrisitia*, las especies *Zerene cesonia* y *Abaeis nicippe*, y los papiliónidos *Battus philenor* y *Heraclides thoas autocles*. La mayor parte de estos ejemplares fueron recolectados en bosque mesófilo de Durango (Ventanas), Veracruz (Córdoba, Atoyac, Orizaba, Misantla, Coatepec, Presidio y Jalapa), Guerrero (Acapulco, Rincón, Acahuizotla, La Venta, Tepetlapa, Dos Arroyos, Río Papagayo, Omiltemi), Tabasco (Teapa) y Yucatán (Valladolid).

En los museos de CMNH, LACM, CAS, AME, AMNH y USNM se obtuvieron registros para el período entre 1900 y 1905 de ocho especies de papiliónidos y veinte de piéridos de amplia distribución en los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Veracruz, Morelos y Chiapas. Entre los recolectores figuran Williams, Calvert, Müller, Koebele, Tower, Hoffmann, Bishop, Conrad, Joyce y Townsend.

En 1909, Röber describió la subespecie *Colias philodice guatemalena*. En los primeros años del Siglo XX, Walter y Charles Rothschild contrataron recolectores para incrementar sus colecciones privadas de mariposas de todo el mundo, incluyendo México. Entre sus recolectores se encontraba A. S. Meek, quien descubrió a la especie de mariposa más grande del mundo (Smart, 1975). Los resultados de estas recolectas para América, en parte fueron publicados en la revisión de papilios americanos publicada junto con Karl Jordan, donde se describieron nueve taxones de papiliónidos mexicanos (Rothschild y Jordan, 1906; Llorente *et al.*, 1997). A principios del Siglo XX, A. Hall recolectó en Córdoba, Huatusco, Orizaba, Motzorongo, Oaxaca, y en parte de los estados de Michoacán y Morelos. Con material de Jalisco, Michoacán, Morelos y Guerrero trabajaron Butler y Gadow; W. Rothschild y K. Jordan los incluyeron en su revisión de papilios americanos (Rothschild y

Jordan, 1906), donde registraron 26 especies de papilionidos de Veracruz recolectados en su mayoría por Hall, Schaus y Bilimek. En este período por primera vez se registraron los papilionidos *Parides sesostris zestos* y *Parides panares*, ambos depositados en la colección USNM y recolectados por Schaus.

A principios del Siglo XX Roberto Müller inició la primera colección científica de mariposas mexicanas recolectadas en el centro y sureste de México; su centro de operaciones fue la Hacienda El Mirador en Veracruz. Müller contó con el apoyo de muchos recolectores y corresponsales, entre los que cabe nombrar a los miembros de la familia Del Toro: Rafael, Juan y Cayetano, así como A. Busck, P. Preston Clarck, M. Draudt, H. G. Dyar, G. Gugelman, M. Hering, H. Kruger, C. A. Purpus; W. Schaus, A. Seitz y L. Walsingham (Beutelspacher y Howe, 1984; De la Maza, 1987). Entre éstos, Dyar describió *Battus ingenuus*, en 1907, y Draudt una subespecie de *Pereute*, en 1931. En 1905 Wright describió la subespecie *coloro* de *Papilio polyxenes* y, en 1907, Frühstorfer describió dos especies de piéridos. La Colección Müller es una de las más grandes, pero está dispersa en museos de Estados Unidos y Europa (Llorente y Luis, 1993; Michán *et al.*, 2004).

En el período de 1906 a 1910 se registraron al menos 34 especies de papilionidos y 28 de piéridos, de los estados de Coahuila, Tamaulipas, Sinaloa, Jalisco, Hidalgo, Michoacán, Edo. de México, Puebla, Morelos, Guerrero, Yucatán y 19 localidades de Veracruz, entre las que destacan el bosque mesófilo de Jalapa, Coatepec y Córdoba, así como la selva alta perennifolia de Zongolica. Destacaron recolectores como Hoffmann, Gugelman, Del Toro, Tower, Antipovich, Barret, Calvert, Bishop, Freeman, Hopp, Müller y Schaus.

Para el período de 1911 a 1920, en colecciones de diversas partes del mundo se tienen registrados 39 papilionidos y 56 piéridos. Se aloja en CAS *Anthocharis sara*, en AMNH *Paramidea limonea* y se registra *Prestonia clarki* para Mazatlán, Sinaloa (Vázquez, 1956). La mayoría de las recolectas se hicieron en Córdoba, Veracruz, aunque también se registraron recolectas de Sinaloa, Guanajuato, Colima, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Morelos, Guerrero y Yucatán. La mayor parte de estos ejemplares se encuentran en LACM, AMNH, CMNH, USNM y CAS. Destacan como recolectores Avinoff, Comstock, Conrad, Chopner, Gugelmann, Heid, C. Hoffmann, Kusche, Lehmann, Müller, Owen y Schaus. Las especies más recolectadas otra vez fueron piéridos de amplia distribución de los géneros *Eurema*, *Pyrisitia*, *Anteos*, *Zerene* y *Leptophobia* y especies de papilionidos de amplia distribución como *Heraclides thoas autocles*, *Pyrrhosticta victorinus*. Con una distribución más restringida destacan los papilionidos *Parides photinus*, *Mimoides ilus* y *Priamides anchisiades*. Boulet y Le Cerf (1912) registraron ejemplares de los géneros *Parides*, *Battus*, *Protographium*, *Mimoides*, *Pyrrhosticta* y *Papilio* del Museo Nacional de Historia Natural de París, recolectados entre 1840 y 1911 por Boucard, Diguët, Gineste, Morelet, Owen y Schaus, de los estados de Nayarit, Jalisco, Veracruz, Puebla y Campeche.

Para la siguiente década (1921-1930) se registraron 60 especies entre papilionidos y piéridos, destacando Baja California, Veracruz y Distrito Federal como los estados mejor recolectados. Entre las localidades mejor representadas está Córdoba. Destacan Antipovitch quien recolectó en Veracruz, el Distrito Federal y Morelos, y Craig, quien recolectó en la Península de Baja California y Sonora. En este lapso se da nuevo registro a tres especies de papilionidos (*Battus ingenuus*, *Pterourus palamedes* y *Priamides erostratus*) y tres de piéridos (*Ganyra howarthi*, *Zerene euridice* y *Pieris rapae*). La mayoría de estos ejemplares se encuentran en CMNH, CAS y LACM.

Seitz (1924) citó once especies de papilionidos de Nuevo León, Jalisco, Veracruz, Colima, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Yucatán en su obra '*Die Gross Schmetterlinge der Erde*'. Más tarde, Joicey y Talbot (1928) describieron dos subespecies de piéridos; para esta década se acumulan registros de 43 especies de papilionidos y 59 de piéridos.

En la década de 1931 a 1940 se registraron 31 especies de papilionidos y 51 de piéridos, los cuales se encuentran representados en el 60% de los estados de la República; los diez estados sin registros son los menos conocidos. Para entonces ya suman 70 especies de piéridos y 50 de papilionidos conocidas para México. Se registraron por primera vez después de sus descripciones, los papilionidos *Papilio zelicaon*, *Pterourus eurymedon*, *Battus eracon*, *Pterourus rutulus* y *Protographium dioxippus*, y los piéridos *Anthocharis cethura*, *Aphrissa boisduvalii*, *Euchloe hyantis*, *Paramidea lanceolata*, *Colias alexandra*, *Pontia sisymbrii*, *Catacticta ochracea*, *Dismorphia crisia*, *Ganyra phaloe*, *Perrhybris pamela* y *Pseudopieris nehemia*. Destacaron los recolectores Avinoff, Bohart, Davies, Del Toro, Escalante, Garth, Gibson, Harbison, Hoffmann, Hubbell, Klots, Martin, Michelbacher, Rindge y Smith. Por otro lado, resaltan las recolectas llevadas a cabo en el bosque mesófilo de Veracruz, en las localidades de Córdoba y Jalapa, además de Presidio, que, de acuerdo con la base de datos, resultó ser la localidad más rica en especies de papilionidos y piéridos. Tarcisio Escalante fue un importante recolector de este tiempo (cuadro 3).

En este periodo fue muy importante la labor de Carlos C. Hoffmann, quien laboraba en el recién fundado Instituto de Biología de la UNAM, donde publicó *Lepidópteros nuevos de México (I).IV*, *Lepidópteros nuevos de México V.*, así como el *Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros mexicanos; Primera Parte; Papilionoidea y Hesperioidea* (1940), obras en las que registró 48 especies de papilionidos y 55 de piéridos mexicanos, principalmente del bosque mesófilo y bosque tropical perennifolio de Hidalgo, Veracruz, Guerrero y Chiapas. Leonila Vázquez, alumna del maestro Hoffmann, inició la colección de lepidópteros en el Instituto de Biología de la UNAM. Poco después, la colección personal de Hoffmann fue adquirida por el Museo de Historia Natural de Nueva York. En 1947 L. Vázquez describió a *Priamides erostratus erostratinus* de Puebla; en 1956 a la subespecie *occidus* de Guerrero del papilionido *Mimoides ilus* y, en 1957, describió a la subespecie *insularis* de *Battus philenor*. El catálogo de Hoffmann llegó a ser la base

principal en el conocimiento sistemático y distribucional de los Papilionoidea por más de 50 años, y a la fecha es una obra de consulta obligada.

En la siguiente década se registraron 30 papiliónidos y 47 piéridos. Como especies con nuevo registro solamente se encuentra *Colias philodice*. El estado mejor representado es Veracruz, en particular el bosque mesófilo y la selva alta perennifolia de Catemaco, Fortín de Las Flores, Presidio, Tierra Blanca, Jalapa, Orizaba y Yanga. Además, están bien representados Baja California Sur, Chihuahua, Tamaulipas, San Luis Potosí y Chiapas. Destacan como recolectores importantes de este período: Baker, Bohard, Brower, Brown, Caldwell, Davies, Dawson, Dyke, Edwards, Escalante, Harbison, Hoffmann, Hoppner, Hovanitz, Lindsley, Michener, Moore, Rindge, Ross, Stallings y Todd. En 1948 Rindge publicó un trabajo titulado “*Contributions toward a knowledge of the insect fauna of Lower California, No. 8, Lepidoptera: Rhopalocera*” en la que registró dos especies de amplia distribución de papiliónidos y doce de piéridos, además de *Pontia beckeri* y *Ganyra howarti* para seis localidades de Baja California y diez de Baja California Sur. Aunque los datos de este escrito son menos de 10% de los contenidos en la base de datos para estos estados, es un documento preliminar sobre la especie de distribución disyunta *Ganyra howarti*.

Durante 1951-1960 no se obtuvieron nuevos papiliónidos para México, pero se registró el piérido *Eurema agave* en 1955. Se citaron en total 34 papiliónidos y 54 piéridos. Las recolectas de Eduardo Welling son notorias, pues recolectó 2047 individuos en Chichen Itzá de cuatro especies de papiliónidos y 21 de piéridos. En este tiempo los recolectores abarcaron 24 estados, destacando Baja California Sur, Jalisco, Veracruz, Chiapas y Yucatán, por tener más individuos recolectados. Entre los recolectores de esta década están Allen, Comstock, Chemsak, Davies, Dawson, Escalante, Giuliani, Harbison, Howe, Janzan, Malkin, Opler, Patterson, Powell, Schlinger, Spencer, Templeton y, por supuesto, Welling. La mayor parte de los ejemplares se encuentran en el CMNH, CAS, UCB, LACM, SDNHM, AMNH y muy pocos en USNM, AME, MZFC, IBUNAM y AME. Destacan de nuevo el bosque mesófilo y la selva alta perennifolia como los tipos vegetacionales preferidos. Héctor Pérez Ruiz (1977, 1986) continuó el estudio de la lepidopterología en México, concentrándose en la biología de *Baronia brevicornis*, la especie endémica a México con el mayor número de rasgos plesiomórficos en las Papilionoidea. Para esta década ya se cuentan 72 especies de piéridos.

En la siguiente década, entre 1961 y 1970, se obtuvieron ejemplares de 38 especies de papiliónidos y 62 de piéridos. Se cuenta con registros de todos los estados, siendo los mejor representados Baja California Sur, Sonora, Tamaulipas, Sinaloa, Veracruz, Morelos, Oaxaca y Chiapas. Los recolectores más destacados fueron Clench y Miller, quienes recolectaron en Tamaulipas, Hidalgo y Veracruz principalmente; Escalante en Tamaulipas, Jalisco, Veracruz, Morelos, Guerrero y Chiapas; Howe, quien recolectó en Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Veracruz, y Oaxaca; R. De la Maza en Veracruz, Morelos, Oaxaca y Chiapas; Hubbell, en Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Michoacán, Guerrero y Oaxaca; Jorge Llorente, en el Estado de

México, Distrito Federal, Tlaxcala y Morelos; Spencer, en Sonora, San Luis Potosí, Veracruz, Morelos, y Oaxaca; Powell, en la Península de Baja California, Chihuahua, Sinaloa y Durango, junto con Opler, y finalmente, Eduardo Welling, quien además recolectó en Zacatecas, Estado de México, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Yucatán (Chichén Itzá), Campeche y Quintana Roo. Se finaliza la década con 74 especies de piéridos y 52 papilionidos registrados.

Gary Ross citó 20 especies de papilionidos y 37 de piéridos para la región de Los Tuxtlas de por lo menos 885 ejemplares recolectados entre 1962 y 1965 en el bosque mesófilo del Cerro Vigía, Santa Marta y la selva alta perennifolia de Sontecomapan, Catemaco, Meyacapan, San Fernando y Soteapan. Estos ejemplares están registrados en su tesis y en dos publicaciones del *Journal of Research on the Lepidoptera* (1964-1967).

En esta misma década, Toliver citó cuatro especies de papilionidos y 16 de piéridos para 21 localidades de Chihuahua y seis de Sonora. En 1968 Clench publicó "Butterflies from Coahuila, México" donde citó una especie de papilionido y nueve de piéridos para dos localidades de Coahuila. La mayoría de los ejemplares de esta época se encuentran alojados en CMNH, LACM, SDNHM, AMNH, CAS, UCB, MZFC, USNM y AME.

INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA LEPIDOPTEROLOGÍA MEXICANA. La década de 1970 tuvo gran importancia, pues se iniciaron organizaciones de investigación y docencia relevantes que incrementaron las colecciones, divulgaron el conocimiento y protegieron especies de lepidópteros (Michán *et al.*, 2004).

En el periodo de 1971 a 1980 fueron registradas 49 especies de papilionidos y 68 de piéridos de las 52 y 78 respectivas conocidas en ese entonces para México. Reissinger (1972) describió al piérido *Catasticta flisella*. Beutelspacher (1974) describió a la subespecie *mazai* de Jalisco de la especie *Troilides torquatus*, y poco después (1975) a *Pterourus esperanza* de La Esperanza, Oaxaca con base en ejemplares descubiertos por Javier De la Maza. Lamas (1979) describió la subespecie de Nayarit *lupita* de *Dismorphia amphiona* y a *Pseudopieris nehemia irma*. De este periodo se tienen registrados más de doce mil ejemplares de casi todos los estados, especialmente Baja California Sur, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Chiapas. Los estados de Baja California, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nayarit, Colima y Morelos también están bien representados. Entre los principales recolectores destacan Lamberto González Cota, con 2733 ejemplares, y Jorge Llorente, con 1655 ejemplares (cuadro 3). Entre otros recolectores importantes de este período se encuentran Howe, Olson y Spade. Brown y Faulkner impulsaron el conocimiento en los estados de la Península de Baja California. Tarcisio Escalante y los miembros de la familia de la Maza por un lado, y por otro Héctor Pérez, Jorge Soberón, Enrique González y Welling recolectaron en localidades clásicas del sureste, noreste y centro del país. Carlos Beutelspacher registró 40 especies de piéridos y 43 de papilionidos recolectados en todos los

estados de la república, excepto Tlaxcala y Zacatecas. En este tiempo Roberto De la Maza describió una subespecie de papilionido y una de piérido, mientras que junto con Javier describió cuatro subespecies de piéridos más.

Para la década de 1981 a 1990 se citan 52 especies de papilionidos y 72 de piéridos. Este periodo es sumamente rico en recolectas, descripciones y trabajos; se cuenta con más de 6 500 registros de 14 284 individuos. Los piéridos *Catantixia nimbe*, *Lieinix nemesis* y *Eurema albula* se encuentran entre las especies mejor recolectadas. Durante este periodo se citaron especies que tal vez no estén en México, como *Papilio machaon bairdii*, *Parides childrenae latifasciata* y *Papilio indra pergamus*.

Lamas (1981) describió a *Glutophrissa drusilla tenuis*. R. G. de la Maza (1982) describió la subespecie *occidentalis* de *Protographium thyastes* para Guerrero. En 1984 Llorente describió las dos subespecies de *Enantia mazai*, *diazi* para Nayarit y *mazai* para Veracruz, así como la subespecie de Nayarit *nayaritensis* de *Lieinix nemesis* y la subespecie *isolda*, de Oaxaca, de la especie *Dismorphia amphiona*. En este mismo año J. de la Maza Elvira y R. G. de la Maza (1984) describieron la subespecie de Chiapas *turrenti* de *Lieinix lala* y la especie *Lieinix neblina* de Guerrero, así como la subespecie de Chiapas *alvarezi* de *Dismorphia crisia*, y la subespecie oaxaqueña *serrana* de *Melete polyhymnia*. También en este año Beutelspacher describió una subespecie de Durango de *Eucheira socialis*, nombrándola *westwoodi*.

En la misma década, Beutelspacher (1986) describió a la subespecie de Guerrero *vazquezae* de *Priamides erostratus*, a la subespecie *oaxaca* de *Catantixia flisa* y *Catantixia teutila flavifasciata*. Opler (1987) describió al piérido *Euchloe guaymasensis*, Javier de la Maza y uno de los hermanos White describieron la subespecie *rufodiscalis* de *Baronia brevicornis* para el centro de Chiapas. Roberto de la Maza Ramírez (1987) publicó el libro *Mariposas Mexicanas: Guía para su colecta y determinación*, donde cita 43 especies de papilionidos y 52 de piéridos para 229 localidades de 25 estados, entre los que destacan localidades de bosque mesófilo y selva alta perennifolia de Veracruz, Puebla, Oaxaca y Chiapas; y selva baja caducifolia de Morelos y Guerrero. Esta obra representa una compilación de información sumamente importante. La mayor parte de los ejemplares de este periodo se alojan en MZFC, LACM, SDNHM, CAS, UCB, USNM, CLGC, AMNH, CMNH, AME, BMNH e INIA.

Al final de la década, (1988) Llorente y Luis describieron las subespecies *popoluca* y *chamula* de *Dismorphia eunoe* para Veracruz y Chiapas, respectivamente. J. de la Maza y R. G. de la Maza (1989) describieron dos subespecies de *Perrhybris pamela*, la subespecie *chajulensis* para el este de Chiapas y la subespecie *mapa* para el oeste.

Los estados de Baja California Sur, San Luis Potosí, Veracruz, Distrito Federal, Puebla, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas cuentan con más del 80% de los individuos registrados para ese periodo de tiempo. Las localidades de Teocelo y Jalapa en Veracruz, Barranca de Patla en

Puebla, Atoyac de Álvarez en Guerrero, y Chiltepec en Oaxaca, destacaron como las mejor conocidas. Entre los recolectores más importantes del período (cuadro 3) destacan Jorge Llorente y Armando Luis; éste último realizó su tesis de licenciatura en el bosque mesófilo de Los Dinamos, en el Distrito Federal. Destacan también Isabel Vargas quien recolectó en San Rafael Vicente Aranda y el Derrame del Chichinautzin, Morelos; Yolanda Bizuet quien trabajó en el Parque Nacional del Chico, Hidalgo, Alma Garcés y Lamberto González Cota quienes recolectaron en varias localidades de bosque mesófilo (cuadro 3).

Roberto G., Roberto R. y Javier de la Maza, junto con A. Díaz Francés, recolectaron en localidades del sureste de México y ciertos estados de la costa del Pacífico (cuadro 3).

Beutelspacher y Howe (1984) citaron 52 especies de papilionidos en el primer fascículo de *Mariposas de México. Fascículo I: Introducción y Generalidades, Superfamilia Papilionoidea; Familia Papilionidae*, entre las especies raras que mencionan están: *Parides childrenae latifasciata*, *Protographium marcellus marcellus*, *Papilio indra pergamus* y *Papilio machaon bairdii*. Llorente y Luis (1987) describieron a *Eurema agave millerorum* de Tapachula y Teapa en el estado de Tabasco, y a *Melete polyhymnia florinda* para la Selva Lacandona (Chiapas) y Metates (Oaxaca). Brown y Faulkner (1982) recolectaron más de 600 ejemplares en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, citando cinco especies de papilionidos y 25 de piéridos. La mayoría de los ejemplares de esta década se alojan en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM y después en orden decreciente, en SDNHM, LACM, UCB, CLGC, CMNH, USNM, CAS, DGSV, IBUNAM, AMNH y ENCB.

Como resultado del trabajo de este periodo, Luis y Llorente (1990), Luis *et al.*, (1991) y Vargas *et al.*, (1991) citan más de 65 especies de papilionidos y piéridos de la Sierra de Atoyac y Omiltemi en Guerrero, la Sierra de Juárez en Oaxaca, y del Valle de México. Sobre papilionidos de América apareció un libro importante autorealizado por Tyler *et al.*, 1994. En cuanto a las publicaciones sobre piéridos de México, en particular dismorfinos, merecen mención los trabajos de Llorente (1984), Llorente y Luis (1988).

Finalizamos esta década contabilizando 52 especies de papilionidos y 78 de piéridos, sin que al momento se haya reportado alguna especie desconocida ni de papilionidos ni de piéridos mexicanos hasta ese tiempo.

Brown y Faulkner (1992) describieron a la subespecie de Baja California Sur *bajaensis* de *Calaides astyalus*. Finalmente, Llorente *et al.* (1997) editan el libro *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración* que recapitula sobre los registros conocidos de los papilionidos y piéridos de México en las principales colecciones institucionales y la bibliografía. En este libro se describe la distribución de papilionidos y piéridos de México, reconociendo 129 especies de 50 géneros y cinco subfamilias y se presentan los mapas de las localidades de registro y 29 láminas de las especies de estas dos familias.

DISTRIBUCIÓN DE LAS LOCALIDADES RECOLECTADAS. En la figura 2 se muestran las localidades de recolecta acumulativas por periodo y en la figura 3 se presentan las localidades recolectadas por periodo. Destacan los estados siguientes como los más visitados: Veracruz con 238 localidades, Baja California con 203, Baja California Sur con 244, Chiapas con 174, Oaxaca con 153 y Guerrero con 132; mientras la parte norte del país refleja un bajo esfuerzo de recolecta. Los dos estados de la Península de Baja California, a pesar de tener un alto número de localidades y recolectas, no son los que tienen mayor número de especies, mientras que los estados del sur han sido los mejor explorados y los que tienen mayor número de especies tanto de papilionidos como de piéridos. Algunas de las localidades como los puertos de Veracruz y Acapulco inciden con mayor frecuencia entre los distintos recolectores, seguramente debido a que fueron los puntos de llegada a México de embarcaciones europeas. La mayoría de las localidades de estos dos estados siguen el efecto carretera o síndrome de las vías de acceso (Soberón *et al.*, 2000; Espadas *et al.*, 2003). Las regiones donde la recolección ha sido más intensa se encuentran en los estados de Veracruz, Guerrero, Chiapas, Oaxaca y Baja California. Se conocen en menor grado los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Tlaxcala (Llorente *et al.*, 1993).

En Veracruz las recolectas recurrentes se concentraron en la región de los Tuxtlas y en el bosque mesófilo de montaña de la zona de Orizaba, Córdoba, Jalapa Teocelo, Texolo y Fortín de las Flores, por lo que son estas pocas localidades las que se conocen bien. Éstas se concentran entre los 18 y 19° de latitud norte y 95 y 97° longitud oeste. En Puebla hay una alta concentración de localidades en la zona de Patla, Tequesquitla y La Ceiba entre 20 y 21° latitud norte y 97 y 98° longitud oeste. El resto de las localidades de Puebla tienen registros aislados y con poca intensidad de recolecta. En Chiapas los registros se concentran en Chajul, Comitán, Mapastepec, Tacaná y Palenque. La mayor incidencia de recolectas se ubica entre 16 y 17° latitud norte y 92 y 94° longitud oeste; 15 y 16° latitud norte y 92 y 93° longitud oeste y 16 y 17° latitud norte y 90 y 91° longitud oeste. En Oaxaca los sitios bien recolectados se encuentran en varias localidades de la Sierra de Juárez, Loxicha (Candelaria), Chiltepec, Jacatepec, La Esperanza, La Soledad, Metates, Puerto Eligio y Valle Nacional, que se encuentran entre 17 y 18° latitud norte y 96 y 97° longitud oeste y entre 15 y 16° latitud norte y 96 y 97° longitud oeste respectivamente. La mayoría de las localidades de Oaxaca están fuertemente asociadas a las carreteras y son registros aislados. En Guerrero se observan puntos de baja intensidad de recolecta por toda la carretera desde Acapulco hacia el Distrito Federal, por ejemplo Chilpancingo, Iguala y Taxco; sin embargo, las recolectas bien establecidas se concentraron en Omiltemi, Atoyac de Álvarez, Arroyo Las Damas, Cañón del Zopilote, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Mezcala y Acahuizotla. Las localidades bien conocidas se concentran entre 17 y 18° de latitud norte y 99 y 101° longitud oeste, y entre 18 y 19° latitud norte y 99 y 100° longitud oeste. En Morelos reinciden las recolectas en Cuernavaca, Rancho Viejo, Cañón de Lobos, Cautla, el derrame del Chichinautzin, Tepoztlán y

Yautepec. En Morelos las localidades bien conocidas se concentran entre 18 y 19° latitud norte y 99 y 100° longitud oeste.

En la figura 4 se presentan las localidades visitadas por los recolectores con más registros en la base de datos: Carlos Beutelspacher, Lamberto González Cota, los miembros de la familia De la Maza, Jorge Llorente y Armando Luis. Algunas localidades han sido visitadas recurrentemente por los distintos recolectores en distintas épocas, convirtiéndose en localidades clásicas por la riqueza de especies que contienen (cuadro 3). Este es el caso de diversas localidades del centro y sureste mexicano, que tienen bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio como tipos de vegetación.

CUADRO 1. DESCRIPCIONES DE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS DE MÉXICO

AÑO	AUTOR	PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS DESCRITOS
1771	Linneo	2 especies de <i>Battus</i> ; <i>Pterourus glaucus</i> y 3 piéridos
1771-1782	Cramer	4 papiliónidos y 3 piéridos
1775-1781	Fabricius	2 papiliónidos y 2 piéridos mexicanos
1806-1824	Hübner	1 piérido
1818-1835	Geyer	1 papiliónido
1819-1823	Godart	1 subespecie de piérido
1834-1847	Westwood	2 especies de papiliónidos y 1 subespecie de piérido
1836	Boisduval	8 taxones de papiliónidos y 15 de piéridos
1836	Doubleday	3 subespecies y 2 especies de papiliónidos, 4 subespecies de piéridos
1850-1858	Herrich-Schäffer	2 piéridos
1852-1854	Lucas	3 papiliónidos y 3 piéridos
1853	Gray	5 papiliónidos
1856-1865	Hopffer	3 papiliónidos
1861-1866	Bates	5 papiliónidos y 6 piéridos
1863-1867	Reakirt	2 papiliónidos y 4 piéridos
1864-1867	Felder	2 piéridos
1864-1867	Felder y Felder	2 papiliónidos y 3 piéridos
1869-1874	Butler	6 piéridos y el género <i>Phoebis</i>
1869-1888	Edwards	2 papiliónidos y 5 piéridos
1878-1901	Godman y Salvin	7 papiliónidos y 5 piéridos
1878-1901	Salvin	1 papiliónido y 1 piérido
1869	Behr	<i>Neophasia terlooii</i>
1896-1899	Schaus	3 piéridos, primer registro de <i>Parides sesostris zestos</i> y <i>Parides panares</i>
1880	Oberthür	<i>Battus philenor acauda</i>
1884	Kirby	<i>Pterourus multicaudatus</i>
1905	Wright	<i>Papilio polyxenes coloro</i>
1906	Rothschild y Jordan	9 papiliónidos
1907	Dyar	<i>Battus ingenuus</i>
1907	Frühstorfer	2 piéridos
1909	Röber	<i>Colias philodice guatemalena</i>
1928	Joicey y Talbot	2 subespecies de piéridos
1947, 1956, 1957	Vázquez	2 subespecies de <i>Priamides erostratus</i> , <i>Mimoides ilus</i> y <i>Battus philenor insularis</i>
1972	Reissinger	<i>Catasticta flisella</i>
1974, 1975	Beutelspacher	<i>Troilides torquatus mazai</i> , <i>Pterourus esperanza</i>
1979, 1981	Lamas	<i>Dismorphia amphiona lupita</i> y <i>Pseudopieris nehemia irma</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>
1982	De la Maza	<i>Protographium thyastes occidentalis</i>
1984	Llorente	2 subespecies de <i>Enantia mazai</i> , <i>Lieinix nemesis nayaritensis</i> y <i>Dismorphia amphiona isolda</i>
1984	De la Maza y De la Maza	<i>Lieinix lala turrenti</i> , <i>Lieinix neblina</i> , <i>Dismorphia crisia alvarezi</i> , <i>Melete polyhymnia serrana</i>
1984, 1986	Beutelspacher	<i>Euheira socialis westwoodi</i> , <i>Priamides erostratus vazquezae</i> , <i>Catasticta flisa oaxaca</i> , <i>Catasticta teutila flavifaciata</i> y <i>Eurema agave millerorum</i>
1987	Opler	<i>Euchloe guaymasensis</i>
1987	De la Maza y White	<i>Baronia brevicornis rufodiscalis</i>
1988	Llorente y Luis	<i>Dismorphia eunoe popoluca</i> y <i>Dismorphia eunoe chamula</i>
1989	De la Maza y de la Maza	<i>Perrhybris pamela chajulensis</i> y <i>Perrhybris pamela mapa</i>
1992	Brown y Faulkner	<i>Calaides astyalus bajaensis</i>

CUADRO 2. PUBLICACIONES MÁS IMPORTANTES SOBRE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS DE MÉXICO

AUTOR	FECHA	NOMBRE DE LA OBRA
Linnaeus	1758	<i>Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.</i>
	1763	<i>Amenitates Academicæ: seu dissertationes variae physicae, medicae, botanicae, antehac seorsim editae, nunc collectae et auctae cum tabulis aeneis.</i>
	1764	<i>Museum S:ae R:ae M:tis Ludovicae Ulrica Reginae Svecorum, Gothorum, Vandalorumque</i>
	1777	<i>Regni animalis, Appendix. Insecta.</i>
Moses Harris	1766	<i>The Aurelian</i>
Cramer	1771-1782	<i>Papillons exotiques</i>
Dru Drury	1771-1782	<i>Illustrations of Natural History</i> en tres volúmenes
Fabricius	1775, 1777 y 1781	<i>Systema Entomologiae, Genera Insectorum y Species Insectorum</i>
Stoll	1786, 1787-1791	<i>Aangsel van het Werk, de uitlandische Kapellen, voorkomende in de drie Waereld-Deelen Asia, Africa en America, door den Heere Pieter Cramer, vervattende naauwkeurige afbeeldingen van surinaamsche rupsen en poppen; alsmede van veele zeldzaame en nieuwe ontdekte uitlandische dagen nagt-kapellen.</i>
Herbst	1790-1804	<i>Natursystem aller bekanten in -und ausländischen Insekten als eine Fortsetzung der von Buffonschen Naturgeschichte</i>
Hübner	1806-1824	<i>Sammlung exotischer Schmetterlinge</i> <i>Zuträge zue Sammlung exotischer Schmetterlinge</i>
Boisduval	1836	<i>Suites à Buffon. Histoire naturelle des Insectes. Spécies general des Lépidoptères.</i>
Doubleday	1846	<i>The genera of diurnal Lepidoptera: comprising their generic characters, a notice of their habits and transformations, and a catalogue of the species of each genus.</i>
Hewitson	1861	<i>Illustrations of new species of exotic butterflies</i>
Felder y Felder	1865	<i>Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde</i>
Kirby	1871	<i>Synonymic Catalogue of Diurnal Lepidoptera</i>
Butler	1873-1874	<i>Lepidoptera Exotica</i>
Godman y Salvin	1878-1901	<i>Biologia Centrali-Americana</i>
Rothschild y Jordan	1906	<i>A revisión of American Papilios</i>
Seitz	1924	<i>The Macrolepidoptera of the World</i>
Hoffmann	1940-1942	<i>Lepidópteros nuevos de México (I). IV, Lepidópteros nuevos de México V. y Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros mexicano</i>
Ross	1964-1967	<i>A distributional study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico</i>
Beutelspacher y Howe	1984	<i>Mariposas de México. Fascículo I: Introducción y Generalidades Superfamilia Papilionoidea; Familia Papilionidae</i>
Llorente	1984	<i>Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México</i>
De la Maza	1987	<i>Mariposas Mexicanas: Guía para su colecta y determinación</i>
Tyler, Brown y Wilson	1994	<i>Swallowtail butterflies of the Americas</i>
Llorente, Oñate, Luis y Vargas	1997	<i>Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e Ilustración</i>

CUADRO 3. RECOLECTORES MÁS IMPORTANTES CON LAS ESPECIES Y LOCALIDADES MÁS RECOLECTADAS (en orden de abundancia de ejemplares)

RECOLECTOR	FECHAS	ESPECIES	LOCALIDADES
Lamberto González Cota	1929, 1931 1963 1969-1990	<i>Baronia brevicornis</i> <i>Dismorphia amphiona</i> <i>D. theucharila</i> <i>Enantia albania</i> <i>Lieinix nemesis</i>	Chajul, Comitán, Santa Rosa, Montebello (Chiapas); La Salada, Tamala (Colima; Encarnación (Hidalgo); San Telmo, Chorros del Varal, Uruapan (Michoacán); Patla, La Ceiba, Tequezquitla (Puebla); Cañón De Lobos, Yautepec, Tepoztlán (Morelos); Cola de Caballo (Nuevo León); Chiltepec, Jacatepec, Sierra de Juárez (Oaxaca); Catemaco, Los Tuxtlas, Popoctépetl, Tapalapan (Veracruz)
Jorge Llorente	1963-1991	<i>Enantia mazai</i> <i>E. jethys</i> <i>E. albania</i> <i>Lieinix nemesis</i> <i>Dismorphia amphiona</i> <i>Catasticta teutila</i> <i>C. nimbice</i> <i>C. ochracea</i> <i>Eucheira socialis</i>	Montebello, Santa Rosa, Las Margaritas (Chiapas); Los Dinamos (DF); El Madroño (Durango); Atoyac de Álvarez, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Omiltemi (Guerrero); Barranca de Cayoapa, Coatepec, Teocelo, Tejería, Texolo, Fortín de las Flores (Veracruz); El Floripondio, El Tuito (Jalisco); Tepoztlán, Coatlán del Río (Morelos); Jumatán, La Bajada, La Yerba (Nayarit); Sierra de Juárez, Comaltepec (Oaxaca); Xilitla (San Luis Potosí)
Familia De la Maza	1952-1959 1963-1968 1972-1987	<i>Baronia brevicornis</i> <i>Enantia lina</i>	Chajul, Comitán, El Sumidero, Montebello, La Chacona, Mapastepec, Palenque, Huixtla, San Cristóbal de las Casas, Santa Rosa, Las Margaritas, Tuxtla Gutiérrez (Chiapas); Armeria, Comala, La Salada, Madrid (Colima); Acauizotla, Atoyac de Álvarez, Huajintlán, El Conchero (Guerrero); Encarnación, Zimapán (Hidalgo); Ajijic, El Tuito, Vallarta (Jalisco); Malinalco, San Nicolás (Edo México); Playa Azul, Taretán, Uruapan (Michoacán); Cañón De Lobos, Cuautla, Las Estacas, Rancho Viejo, Tepoztlán, Yautepec (Morelos); El Palillo, La Bajada, La Yerba, San Blas, Singayta (Nayarit); Cola de Caballo, Laguna Sánchez (Nuevo León); Candelaria Loxicha, Chacalapilla, Chiltepec, Sierra de Juárez, Soyolapan (Oaxaca); Patla, La Ceiba, Tequezquitla (Puebla); El Leoncito, Xilitla, S de Álvarez (San Luis Potosí); Teapa (Tabasco); Cañón del Novillo, Ejido mil Cumbres, Gómez Farías (Tamaulipas); Acayucan, Catemaco, Fortín de las Flores, Jalapa, Los Tuxtlas, Presidio, Puente Nacional, Teocelo, Uxpanapa, Jalapa, Yanga (Veracruz).
Tarcisio Escalante	1939-1980 1984	numerosas	Arriaga, Bonampak, Casas Grandes, Chimalapa, Comitán, Mazatán, Montebello, San Cristóbal de las Casas, Santa Rosa Comitán, Tacaná (Chiapas); Iguala, Chilpancingo, Mezcala, Sierra de Atoyac (Guerrero); Tasquillo (Hidalgo); Malinalco, Chalma, Valle de Bravo (Edo México); Coahuayana, Morelia, San José Purúa, Uruapan, Taretán (Michoacán); Cañón de Lobos, Cuautla, Alpuyeca, Tepoztlán, Yautepec (Morelos); Cola de Caballo (Nuevo León); Ameca, Cihuatlán, Tapalapa, Tizapán (Jalisco); Candelaria Loxicha, Chimalapa, Jalapa de Díaz, Sierra de Miahuatlán, Tehuantepec, Valle Nacional (Oaxaca); Atlixco, La Ceiba, Necaxa, San Juan Apulco, Tehuacan (Puebla); Tepescuintle (Tabasco); Catemaco, Cosolapa, Córdoba, Los Tuxtlas, Motzorongo, Fortín de las Flores, Presidio, Puente Nacional (Veracruz); Chichén Itzá, Pisté (Yucatán)

CUADRO 3. RECOLECTORES MÁS IMPORTANTES CON LAS ESPECIES Y LOCALIDADES MÁS RECOLECTADAS (CONTINUACIÓN)

RECOLECTOR	FECHAS	ESPECIES	LOCALIDADES
Carlos R. Beutelspacher	1974-1975 1980-1981		Bochil, Bonampak, Cintalapa, Comitán, El Chorreadero, San Cristóbal de las Casas (Chiapas); La Salada (Colima); Acahuizotla, Acapulco, Iguala, Jalpan, Tierra Colorada (Guerrero); Acámbaro, Celaya (Guanajuato); Jacala, Encarnación (Hidalgo); Tomatlán, Chamela, Puerto Vallarta (Jalisco); Chalma, Malinalco (Edo México); Apatzingán, Coahuayana, El Sabino, Huetamo, Tancitaro, Taretan, Uruapan (Michoacán); Cuernavaca, Las Estacasm Temixco, Tepoztlán, Yauatepec (Morelos); San Blas, Tepic (Nayarit); Cola de Caballo, Galeana, Linares ((Nuevo León); Candelaria Loxicha, Chiltepec, Sierra De Juárez, Soyolapan, Puerto Eligio, Valle Nacional (Oaxaca); Atlixco, Patla, La Ceiba (Puebla); Palitla, Tamazunchale (San Luis Potosí); Catemaco, fortín de las Flores, Los Tuxtlas, Dos Amates, Presidio, Zongolica (Veracruz); Chichén Itzá, Pisté (Yucatán).
Carlos Hoffmann	1962-1967 1983		Costa del Balsas, Chilpancingo, Iguala (Guerrero); Tepoztlán (Morelos); Chiltepec, Comaltepec, Sierra de Juárez, Chimalapa, Tuxtepec (Oaxaca); Catemaco, Dos Amates, Presidio Jalapa (Veracruz)
Héctor Pérez	1972-1977	<i>Baronia brevicornis</i>	El Chorreadero (Guerrero); Río Ayuquilla (Jalisco); Acahuato, El Injerto, Lombardía (Jalisco); Lacandona (Chiapas); Los Tuxtlas (Veracruz)
Leonila Vázquez	1942-1949	<i>Baronia brevicornis</i>	Iguala, Mezcala (Guerrero); Polvorín, Villad de Ayala (Morelos); Mixtequilla (Oaxaca); Ajengibre, La Ceiba, Chicualoque (Puebla).
Alma Garcés	1975-1982	<i>Catasticta flisa</i> <i>Enantia mazai</i> <i>E. jethys</i> <i>Lieinix nemesis</i>	Coatepec, Tejería, Texolo, Teocelo, Monte Blanco, Parque Francisco Javier Clavijero (Veracruz)
Armando Luis	1975-1992	<i>Catasticta teutila</i> <i>C. nimbice</i> <i>Lieinix nemesis</i>	Reserva El triunfo (Chiapas); Los Dínamos (DF); Acahuizotla, Omiltemi, Atoyac de Álvarez (Guerrero); Cañón de Lobos, Derrame del Chichinautzin (Morelos); La Esperanza, Sierra de Juárez (Oaxaca); Teocelo, Jalapa, Fortín de las Flores (Veracruz)
Isabel Vargas	1984-1992		Omiltemi, Atoyac de Alvarez (Guerrero); Cañón de Lobos, Derrame del Chichinautzin (Morelos)
Brown y Faulkner	1952 1963-1964	<i>Anthocharis sara</i> <i>Colias alexandra</i> <i>C. eurytheme</i> <i>Euchloe hyantis</i>	Localidades de Baja California, Baja California Sur y Sinaloa

DISCUSIÓN

ÉPOCA COLONIAL. De esta época destacan las descripciones de taxones mexicanos impulsados por la exploración de las regiones recién exploradas naturalísticamente en la Real Expedición a Nueva España. El Real Jardín Botánico de Madrid envió naturalistas entre los que estaban José Mariano Mociño y Atanasio Echeverría a explorar la región centro y sur del país. Como resultado, se dibujaron una serie de láminas que estuvieron perdidas hasta 1980, fecha a partir de la cual se alojan en el Instituto Hunt de Documentación Botánica de Pittsburgh. En estos documentos se describen al menos 30 especies de lepidópteros reconocibles como especies mexicanas (Michán y Llorente, 2002). En 1769 José Antonio Alzate escribió una carta a la Academia de Ciencias de París en donde registró mariposas y otros grupos de la fauna y flora mexicanas (Trabulse, 1994). La mayor parte de las descripciones de especies y géneros de papilionidos y piéridos mexicanos son de ese tiempo.

Los Siglos XVIII y XIX se caracterizaron por un aumento de la literatura y muchos zoólogos escribieron sobre los métodos de recolecta y observaciones en el campo, se realizaron viajes a regiones remotas de donde traían muestras de plantas y animales exóticos, que fueron rotulados con gran imprecisión; la mayoría de estos ejemplares están desaparecidos o muy deteriorados. Es por esto que no fue posible integrar registros de ese periodo en la base de datos, a pesar de que se reconoce que fueron utilizados en las descripciones de Linneo, Cramer, Fabricius, Hübner, Godart y otros.

MÉXICO INDEPENDIENTE. A principios del Siglo XIX, debido a la guerra de independencia, hubo un estancamiento en el conocimiento de mariposas de México. Dicho periodo es descrito por Trabulse (1994) con condiciones poco favorables para el desarrollo de las ciencias, por lo que hubo un desfase en la investigación científica en México con respecto a otros países que no se superó sino hasta la época actual. El país necesitaba reestructurarse como nación independiente y la inestabilidad política y social ocasionó que las instituciones científicas quedaran aisladas del contacto mundial. A pesar de ello, el avance en cuanto a las descripciones de ejemplares de papilionidos y piéridos mexicanos fue notable. En ese periodo fueron descritos por científicos europeos 68% de los taxones mexicanos de estas dos familias; sin embargo contamos con pocos ejemplares de ese tiempo. Destacan los ejemplares de 20 especies de papilionidos y 27 de piéridos de bosque mesófilo de Veracruz recolectados por W. Schaus, y que están alojados en los museos CMNH y USNM. Estos son los ejemplares más antiguos con que cuenta la base de datos utilizada en el análisis.

En 1867, con la promulgación de la Ley Orgánica de Instrucción Pública se crearon centros de enseñanza e investigación como la Escuela de Medicina, la Escuela Nacional Preparatoria y el Jardín Botánico, con lo que se fueron dando las bases para el desarrollo de la ciencia y la creación de nuevas instituciones científicas como la Universidad Nacional (Trabulse, 1994). Bilimek, un importante recolector que trabajó en Veracruz y Morelos, fue nombrado como director del Museo

Nacional en 1865 (Michán y Llorente, 2002). En 1868 se creó la Sociedad Mexicana de Historia Natural, hecho que impulsó el interés por las ciencias naturales, especialmente desarrolladas por investigadores mexicanos. Se crearon revistas como *La Naturaleza*, y *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, entre otras. En particular, la Sociedad Mexicana de Historia Natural fomentó el conocimiento de la fauna, la flora y mineralogía de México, reunió a naturalistas mexicanos y promovió la formación de colecciones científicas y la divulgación de la nueva ciencia mexicana (Michán y Llorente, 2002; Michán *et al.*, 2004). Además, la investigación en torno a la construcción del ferrocarril transístmico impulsó estudios en botánica y zoología de la región del Istmo de Tehuantepec (Trabulse, 1994).

SIGLO XX. El trabajo de Adalbert Seitz (1906-1932), publicado en inglés, francés y alemán, *Die Grosse Schmetterlinge der Erde, The Macrolepidoptera of the World*, es la obra más relevante del Siglo XX respecto a mariposas del mundo (Smart, 1975; Llorente *et al.*, 1997). En México, sin embargo, el desarrollo de la lepidopterología fue frenado por la inestabilidad política del país durante la Revolución (Michán y Llorente, 2002). A pesar de los esfuerzos, los avances en la formalización de la lepidopterología se perdieron, disolviéndose las sociedades, revistas e instituciones que ya se habían creado, y se enviaron gran cantidad de ejemplares de ese periodo a museos de diversas partes del mundo (Michán *et al.*, 2004). No fue sino hasta la aparición del Instituto de Biología a fines de 1929, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en 1939, y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (1933), que se impulsó el estudio de las mariposas y muchas otras áreas de la Biología (Michán y Llorente, 2002, 2003; Michán *et al.*, 2004). Al crearse los *Anales del Instituto de Biología*, se publicaron los trabajos de Carlos Hoffmann quien desde 1932 produjo información importante de estas dos familias y que culminó con la publicación del *Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros de México* en 1940-1942.

La institucionalización propició el ambiente de ciencia así como la formación de investigadores y centros de docencia que impulsaron la creación de colecciones, bibliotecas y publicaciones en el área de la lepidopterología y otras especialidades de la entomología.

La década de 1970 propició un auge, ya que se iniciaron organizaciones de investigación y docencia relevantes, como el Instituto de Ecología A.C. (1974) y el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (1978). Además, fueron financiados proyectos de investigación y se forma la Sociedad Mexicana de Lepidopterología, con el objetivo de incrementar las colecciones, divulgar el conocimiento y proteger especies importantes de lepidópteros (Michán *et al.*, 2004). En 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con el objeto de impulsar y fortalecer el desarrollo de la ciencia, el cual ha apoyado desde entonces a estudiantes, investigadores e instituciones en sus actividades (Michán y Llorente, 2002).

En la década de los ochenta se inició el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) para el fomento, estimulación, eficiencia y calidad de la investigación en México; sin embargo, el SNI ha beneficiado a no más de 25 entomólogos (Michán y Llorente, 2002).

En la última década se incrementó la compilación de datos sobre estas dos familias y otros lepidópteros, debido a la apertura de proyectos financiados por la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, lo que impulsó el desarrollo de bases de datos e investigación en zonas de gran riqueza biótica (CONABIO, 1997). A partir de entonces, han sido varios los proyectos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias financiados por CONABIO y que han fomentado entre otras investigaciones, la que se concluye en este artículo, en conjunto con dependencias que apoyan la investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México.

DISTRIBUCIÓN DE LOCALIDADES RECOLECTADAS. La irregularidad de la distribución de las recolectas en el país es un claro reflejo de la compleja historia y escasa organización de los inventarios. La mayoría de los ejemplares han sido recolectados en unas cuantas localidades recurrentes, lo cual se refleja en los mapas de localidades acumuladas por periodo (figura 2). Algunas de estas localidades tienen un gran número de ejemplares mientras otras cuentan con menos de 5 registros, lo que dificulta el uso de los datos para estudios de biodiversidad y bioconservación. A pesar de esto, encontramos que algunas regiones que cuentan con un número grande de ejemplares y localidades recolectadas, como Baja California, no tienen un número grande de especies. En cambio, el sureste mexicano tiene gran riqueza de especies y alto grado de endemismo además de haber sido muy bien recolectado, lo que destaca la naturaleza neotropical de la lepidopterofauna mexicana.

El conocimiento de papilionidos y piéridos por localidad es tan bajo, que solamente 5% de las localidades cuenta con más de 100 individuos recolectados; a la vez que las localidades mejor conocidas cuentan con más del 55% de los ejemplares de la base de datos. El conocimiento por tipos de vegetación presenta un mejor panorama, pues existen registros proporcionales de papilionidos y piéridos en los tipos de vegetación (Oñate *et al.*, 2000) siendo el matorral xerófilo y el bosque de pino encino los que tienen más individuos. Sin embargo, es el bosque mesófilo de montaña el tipo de vegetación mejor conocido, seguido por los bosques tropical subcaducifolio y el caducifolio, los cuales tienen menor extensión en el territorio mexicano (Oñate *et al.*, 2000)

Algunas de las localidades mejor exploradas y que han sido visitadas recurrentemente son sitios clásicos que sirvieron para la recolección de muchos otros grupos de animales, además de mariposas, y se encuentran en colecciones estadounidenses principalmente (Michán *et al.*, 2004). Además de estos sitios, se han estudiado otras áreas de interés como localidades con bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical perennifolio y son precisamente estos lepidopterólogos mexicanos los que han impulsado el conocimiento de las mariposas en regiones desconocidas para los recolectores extranjeros. Por un lado, no hay rastro de la mayoría de los ejemplares recolectados

durante la primera mitad del Siglo XX (Michán *et al.*, 2004) y, por otra parte, los ejemplares recolectados bajo la influencia europea durante los Siglos XVIII y XIX se encuentran en colecciones extranjeras y algunos de ellos no tienen registro, no están preparados o están en colecciones privadas (Michán *et al.*, 2004).

Carlos Beutelspacher, miembro fundador de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología e investigador del Instituto de Biología, continuó con la labor de Carlos Hoffmann y Leonila Vázquez en la formación de una de las colecciones más antiguas de mariposas en Mesoamérica. Describió tres subespecies de papilionidos y tres de piéridos, y registró más de 1600 individuos de papilionidos y piéridos en al menos 14 trabajos publicados entre 1974 y 1986. Las recolectas de este entomólogo predominaron en el bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña, en orden descendente.

Luis Lamberto González Cota realizó una labor muy importante en el conocimiento de sitios de interés, por lo que su colección fue adquirida por el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias en 1995 (Michán *et al.*, 2004). Por otro lado, la colección de la familia De la Maza ha sido de gran importancia para el conocimiento de las mariposas mexicanas. Los De la Maza recolectaron principalmente en bosque mesófilo y selva alta perenifolia de los sitios más recurridos de Veracruz, Puebla, Oaxaca y Chiapas y en la selva baja caducifolia de Morelos y Guerrero. Además de los sitios clásicos, inauguraron áreas de recolección con alto número de endemismo y gran riqueza de Papilionoidea.

Jorge Llorente es miembro fundador de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología y ha dirigido las actividades del Museo de Zoología desde 1978. En esta institución se han realizado investigaciones en Guerrero, Jalisco, Colima, Cuenca del Valle de México, Veracruz y Oaxaca. Cabe señalar que el Museo de Zoología cuenta con 33% de los ejemplares incluidos en la base de datos utilizada, producto del trabajo de campo efectuado especialmente con Armando Luis Martínez e Isabel Vargas Fernández.

Los datos compilados en este trabajo muestran que al menos 95% de los registros de papilionidos y piéridos son del Siglo XX. Tan solo se ha recuperado 5% de la información anterior, que debería ser mucho mayor. El estado de las colecciones zoológicas antes de 1900 ha tenido una historia compleja (Navarro y Llorente, 1994), tanto por la dominación española y la influencia europea del México independiente, como por el interés de extranjeros en coleccionar ejemplares de alto valor científico y de ornato, además de la falta de instituciones que albergaran los ejemplares y la carencia de un proyecto nacional. Sin embargo, en la actualidad algunas instituciones contienen colecciones de importancia, como son el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, que cuenta con la base de datos más grande de lepidópteros de Latinoamérica (475 000 ejemplares de Papilionoideos), la colección del Instituto de

Biología de la UNAM y lo publicado de la colección de la familia De la Maza, entre otros (Michán *et al.*, 2004).

En cuanto al número de especies descritas por autor, es notorio que solo 8% de los papilionidos y 15% de los piéridos fueron descritos por investigadores mexicanos, entre los que destacan Roberto y Javier De la Maza, Leonila Vázquez, Carlos Beutelspacher, Jorge Llorente y Armando Luis. Apoyan estos resultados lo descrito por otros autores, quienes señalan que la mayoría de los datos de ejemplares recolectados en las regiones de alta biodiversidad no se encuentran en colecciones nacionales, sino en museos de otras partes del mundo (Barrera, 1974; Michán y Llorente, 2002; Navarro *et al.*, 2003b; Michán *et al.*, 2004, Oñate-Ocaña y Llorente, *en prep.*).

CONCLUSIONES

El conocimiento de papilionidos y piéridos en colecciones se ha perfeccionado en las tres décadas finales del Siglo XX, pues se han recolectado a profundidad muchas áreas y se han sistematizado los estudios lepidopterofaunísticos y las colecciones, con métodos más rigurosos y el empleo de herramientas informáticas. Mientras que la mayor parte de los ejemplares recolectados en la primera mitad del Siglo XX y en siglos anteriores, se han perdido o se encuentran dispersos en colecciones extranjeras, sin sistematizar. La mayor parte de los ejemplares provienen de las regiones de bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque tropical caducifolio del sur de México, en celdas bien localizadas entre 15 y 21° latitud norte y 92 y 101° longitud oeste. La intensidad de muestreo es heterogénea, tanto por localidad como por década, aun cuando los tipos de vegetación contienen proporciones similares de registros tanto de papilionidos como de piéridos. Los recolectores con más ejemplares representados en las colecciones son Carlos Beutelspacher, Jorge Llorente, Lamberto González Cota, Roberto De la Maza R, Roberto Jr. y Javier De la Maza. Los estados con mayor número de registros y localidades son Baja California, Baja California Sur, Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, siendo los cuatro últimos los más ricos en especies. Las localidades con mayor esfuerzo de recolecta están en Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y además coinciden con los sitios de mayor riqueza de especies. Esto no es lo que ocurre con la península de Baja California, en donde el esfuerzo de recolecta es muy grande, aunque no cuenta con gran riqueza de especies. El resto de las localidades en otros estados, contienen bajos registros y reflejan el efecto de vías de comunicación, siendo los estados del norte los menos conocidos. El desarrollo de la lepidopterología en México se entorpeció por los eventos históricos de inestabilidad sociopolítica por los que atravesó el país, aunque la institucionalización de fines del Siglo XIX sentó las bases del desarrollo del conocimiento de mariposas que se aceleró con los eventos progresivos de la creación del Instituto de Biología, la Facultad de Ciencias, el Instituto de Ecología A.C., la Sociedad Mexicana de Lepidopterología, el CONACyT y la CONABIO.

Para mejorar el conocimiento de los papilionidos y piéridos mexicanos es necesario completar la base de datos con los ejemplares que se encuentran dispersos en diversas colecciones europeas, por lo que es preciso apoyar proyectos de investigación que promuevan la adquisición de esta información. Del mismo modo, es preciso presionar a las autoridades de los distintos museos para que preparen o sistematicen en bases de datos, los ejemplares guardados durante tanto tiempo y que podrían proporcionar información valiosa acerca de las regiones exploradas, las rutas que tomaron los naturalistas y las distribución de la diversidad de mariposas mexicanas en esa época.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Cristina Cramer Hemkes, Juan José Morrone Lupi, Aquiles Bernal y Minerva García, así como la colaboración de Armando Luis Martínez, Isabel Vargas Fernández y las correcciones de Jorge Meave del Castillo, Adolfo Navarro Sigüenza, Ella Vázquez y Pedro Miramontes. Los proyectos 218502 de DGAPA y 36488 de CONACyT fueron de gran apoyo al desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- *Abud, Q.G. 1987. *Aspectos Ecológico y Taxonómico de Insectos (Orden Lepidoptera e Hymenoptera) en el Bosque-Escuela de la Sierra de la Primavera*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 323 pp.
- *Abud, Q.G. 1988 Aspectos ecológico y taxonómico de insectos (orden Lepidoptera e Hymenoptera) en el Bosque-Escuela de la Sierra de la Primavera. *Amatl. Boletín del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara*, 2: 12-21
- *Acuña, A.L. 1990. *Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea) del Rancho El Jagüey, Gabriel Zamora, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 97 pp.
- *Adams, J.K. 1983. An old first United States record finally published: *Papilio victorinus* (Papilionidae) in Laredo, Texas. *Journal of Lepidopterist's Society*, 37: 3-18²
- *Balcázar, A. 1988. *Fauna de Mariposas de Pedernales, Municipio de Tacámbaro, Michoacán (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 89 pp.
- Barrera, A. 1974. Las colecciones científicas y su problemática en un país subdesarrollado: México. *Biología*, 4: 12-19
- *Barrera, A. y M.E. Díaz-Batres. 1977. Distribución de Algunos Lepidópteros de la Sierra de Nanchititla, México, con especial referencia a *Tisiphone maculata* Hpff.* (Insecta:Lepidoptera) *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 17-28.
- *Barrera, T.G y L.H. Romero. 1986. *Estudio faunístico de Lepidópteros (Superfamilia Papilionoidea) en un Bosque Mesófilo de Montaña en Cascada de los Diamantes, San Rafael, Estado de México*. Tesis de Licenciatura E.N.E.P. Zaragoza Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 58 pp.
- *Behr, H.H. 1890. Lepidoptera from San José del Cabo. *Zoe*, 50: 246-247.
- *Beutelspacher B., C. 1974. Reconsideración taxonómica de *Papilio tolus* G. y S. (Lepidoptera: Papilionidae) y descripción de una nueva subespecie. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 35: 149-157.

* citas de los datos referidos en la base de datos
 • descripciones de papilionidos y piéridos mexicanos

- *Beutelspacher B., C. 1975a. Una especie nueva de *Papilio* L. (Papilionidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 3-6.
- *Beutelspacher B., C. 1975b. Notas sobre el suborden Rhopalocera (Lepidoptera) de Las Minas, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 11-20.
- *Beutelspacher B., C. 1976. Nuevas formas de papilionidos mexicanos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 61-70.
- *Beutelspacher B., C. 1981. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México I. Rhopalocera. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 52: 371-388.
- *Beutelspacher B., C. 1982. La familia Pieridae (Lepidoptera) en el estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 53: 367-378.
- *Beutelspacher B., C. 1982b. Mariposas diurnas de "El Chorreadero", Chiapas (Insecta: Lepidoptera). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 53: 341-366.
- *Beutelspacher B., C. 1984. Una nueva subespecie de *Eucheira socialis* Westwood (Lepidoptera: Pieridae) de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 54: 111-118.
- *Beutelspacher B., C. 1986a. Una nueva subespecie mexicana de *Papilio erostratus* Westwood (Insecta, Lepidoptera, Papilionidae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 56: 241-244.
- *Beutelspacher B., C. 1986b. Algunas observaciones taxonómicas sobre el género *Catantix* Butler en México, con la descripción de una nueva subespecie (Lepidoptera: Pieridae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 57: 153-160.
- *Beutelspacher B., C. 1986c. Adiciones a los piéridos mexicanos (Lepidoptera: Pieridae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 56: 647-649.
- *Beutelspacher B., C. y H. Brailovsky, 1979. Notas sobre depredación de lepidópteros por hemipteros. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 50: 777.
- *Beutelspacher B., C. y M.G. Beutelspacher. 1976. Ciclo de vida de *Falcapica limonea* Butler (Lepidoptera: Pieridae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 32-34.
- Beutelspacher, B., C. 1989. *Las Mariposas entre los Antiguos Mexicanos*. Fondo de cultura económica. México, D.F.
- *Beutelspacher, C y W. Howe. 1984. *Mariposas de México*. Fascículo 1. La Prensa Médica Mexicana, S. A. México, D. F.
- *Boisduval, J. B. A. D. 1836. *Suites à Buffon. Histoire naturelle des Insectes. Spécies general des Lépidoptères*. Paris. Librairie Encyclopédique Roret. 1:4+xii+690+6pp., pls 1A-4A, 1B-12B, 1C-8c.
- *Boullet, E. y F.L. Le Cerf. 1912. *Catalogue de la collection de Lépidoptères de Muséum National D'Histoire Naturelle de Paris. I. Famille Papilionidae*. Paris, Imprimerie Nationale. iv+ 47 pp.
- *Brower, L.P. 1958. Speciation in butterflies of the *Papilio glaucus* Group I. Morphological relationship and hybridization. *Evolution*, 13: 40-63.
- *Brown, F.M. 1943. Notes on mexican butterflies I. Papilionidae. *Journal of New York Entomological Society*, 5: 161-178.
- *Brown, F.M. 1944. Notes on mexican butterflies II. Pieridae. *Journal of New York Entomological Society*, 5: 99-119.
- *Brown, J.W. 1990. Additions to the Papilionoidea (Lepidoptera) of the Revillagigedo Islands, México. *Entomological News*, 101: 167-169.

- *Brown, J.W. y D.K. Faulkner. 1982. New Rhopalocera records for Baja California with the description of a new species of *Habrodais* Scudder (Lepidoptera:Theclinae). *Bulletin of Allyn Museum*, 67: 1-6.
- *Brown, J.W. y D.K. Faulkner. 1984. Distributional records of certain Rhopalocera in Baja California, México, with the description of a new subspecies of *Papilio (Heraclides) astyalus* (Godart) (Lepidoptera: Papilionidae) *Bulletin of Allyn Museum*, 83: 1-9.
- *Brown, J.W. y D.K. Faulkner. 1988. The butterflies of Isla de Cedros, Baja California Norte, México. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 27: 233-256.
- Butler, A. G. 1870. A revision of the genera of the subfamily Pierinae. *Cistula entomologica*, 1: 33-58
- *Butler, A. G. 1873-1874. *Lepidoptera Exotica, or descriptions and illustrations of exotic Lepidoptera*. London. E. W. Janson, pp. 153-162, pls 55-57 (1873); 163-174, pls 58-60 (1874).
- *Clench, H.K. 1971. Two new hairstreaks from México (Lepidoptera:Lycaenidae). *Bulletin of Allyn Museum*, 3: 1-6.
- CONABIO. 1997. *La diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, D.F.
- *Comstock, J.A. y L. Vázquez. 1960. Estudio de los ciclos biológicos en lepidópteros mexicanos. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 31: 349-448.
- *Cramer, P. 1775-1782. *De uitlandische Kapellen voorkomende in de drie waereld-Deelen Asia, Africa, en America. Papillons exotiques des troies parties du monde l'Asie, l'Afrique et l'Amérique*. Amsterdam, S. J. Baalde and J. Van Schoonhoven & Comp. Utrecht
- Barthelemy Wild. 1(1/7): i-xxx, 1-16, 1-132, pls 1-84; (8): 133-155, pls 85-96(1776); 2(9/16): 1-151, pls 97-192 (1777); 3(17/22): 1-128, pls 193-264(1779); (23/24): 129-176, pls 265-288(1780); 4(25/28): 1-90, pls 289-336 (1780), (29/32): 91-192, pls 337-384 (1781); (33/34): 193-252, pls 385-400 (1782).
- *D'Almeida, R.F. 1966. *Catálogo dos Papilionidae Americanos*. Sao Paulo, Sociedade Brasileira de Entomologia.
- *De Almeida, C.R. 1977. Mariposas de Tabasco. *Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 5-7.
- *De la Maza E., J. 1975. Una nueva forma de *Prestonia clarki* Schaus (Pieridae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 38-41.
- *De la Maza E., J. y A. Díaz F. 1979. Notas y descripciones sobre la familia Papilionidae en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 4: 51-56.
- *De la Maza E., J. y A. White. 1986. Redescubrimiento de *Nymphalis cyanomelas* (Dbl. & Hew.) en México. (Nymphalidae: Nymphalinae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 10: 35-39.
- *De la Maza, E., J. y A. White. 1990. Rhopalocera de la Huasteca potosina, su distribución, composición, origen y evolución. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 13: 231-88.
- *De la Maza E., J., J. White y A. White. 1987. Observaciones sobre el polimorfismo femenino de *Baronia brevicornis* Salv. (Papilionidae:Baroniinae) con la descripción de una nueva subespecie del Estado de Chiapas, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 11: 3-13.
- *De la Maza E., J. y R. De la Maza E. 1976. Papilionídeos del Cañón del Novillo, Tamaulipas (Lepidoptera: Papilionidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 24-31.
- *De la Maza E., J. y R. De la Maza E. 1984. Nuevos Dismorphiinae de México y El Salvador (Pieridae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 9: 3-12.
- *De la Maza E., J. y R. De la Maza E. 1985. La fauna de Mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). Parte I. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 9: 23-44.

- *De la Maza E., J. y R. De la Maza E. 1989. Notas sobre *Perrhybris pamela* (Cramer), con la descripción de dos nuevas subespecies de México y Guatemala (Pieridae: Pierinae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 13: 3-10.
- *De la Maza E., J., R. De la Maza E. y R. De la Maza R. 1982. Lepidópteros nuevos del Estado de Guerrero, México. (Papilionoidea). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 7: 2-14.
- *De la Maza E., R. 1975. Notas sobre Lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Morelos, México Primera Parte: Papilionoidea. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 42-61
- *De la Maza E., R. 1980. Las Poblaciones centroamericanas de *Parides erithalion* (Boisd). (Papilionidae: Troidini). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 5: 51-74.
- *De la Maza E., R. y A. Díaz F. 1978. Una nueva subespecie de *Parides lycimenes* Boisd. de México (Lepidoptera, Papilionidae) *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 4: 7-14.
- *De la Maza E., R. y E. Olaya 1979. Hallazgo de una población de *Papilio abderus* Hopf. en la Sierra de Alvarez, San Luis Potosí, México (Papilionidae) *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 5: 7-9.
- *De la Maza E., R. y J. De la Maza E. 1979. Confirmación de la existencia de *Parides lycimenes lycimenes* Boisd. en la región Lacandona, Chiapas, México. (Papilionidae) *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 4: 47-50.
- *De la Maza E., R. y J. De la Maza E. 1988. Notas sobre los Rhopalocera de la Sierra de Alvarez, San Luis Potosí, México. (Lepidoptera). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 11: 33-59.
- *De la Maza E., R. y R. De la Maza R. 1978. Notas sobre los Papilionidae en México (LEP.) IV. Área de Orizaba a Yanga. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 4: 15-30.
- *De la Maza E., R. y R. De la Maza R. 1979. Notas sobre los Papilionidae en México. V Zona de Los Tuxtlas, Veracruz. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 5: 62-18.
- *De la Maza R., R. 1976a. Una interesante aberración de *Parides alopheus* (Godman y Salvin) (Papilionidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 5-7.
- *De la Maza R., R. 1976b. Colecta en Sierra de Juárez, Oaxaca. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 2-4.
- *De la Maza R., R. 1976c. Colecta del 14 al 23 de abril en los estados de Oaxaca y Chiapas. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 6-7.
- *De la Maza R., R. 1976d. Colecta en el sureste. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 2-5.
- *De la Maza R., R. 1977. Nueva forma femenina de *Catasticta teutila* Dbld. (Pieridae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 33-34.
- *De la Maza R., R. 1984. Descripción de una nueva subespecie de *Melete florinda* Butler, de Oaxaca, México. (Pieridae) *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 9: 19-20.
- *De la Maza R., R. 1987. *Mariposas Mexicanas. Guía para su Colecta y Determinación*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- *Del Río, A. 1978. *Algunas observaciones sobre la biología, hábitos y enemigos naturales del "Gusano Perro": Papilio garamas garamas Hübner en la región de Uruapan, Mich.* Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 36 pp.
- *Díaz F., A. 1975a. Relato de un viaje al sureste de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 23-24.
- *Díaz F., A. 1975b. Papilionidos del Valle de Tepoztlán, Morelos. *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 5-7.

- *Domínguez, Y. y J.L. Carrillo. 1976. Lista de insectos en la Colección Entomológica de Investigaciones Agrícolas. Segundo suplemento. *Folleto Misceláneo. Instituto nacional de Investigaciones agrícolas. Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 29: iv+ 245 pp.
- *Doubleday, E. 1846. *The genera of diurnal Lepidoptera: comprising their generic characters, a notice of their habits and transformations, and a catalogue of the species of each genus*. London. Longman, Brown, Green & Longmans. 1: 1-6 pls, A, 1-2. 7-18 pls 3-4.
- *Doubleday, E. y J.O. Westwood. 1846-1850. *The genera of diurnal Lepidoptera*. Longman Brown, Green & Longman. Londres. 1: 1-41.
- Espadas M. C., R. Durán y J. Argáez. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions*, 9: 313-330.
- *Fabricius, J.C. 1775. Systema entomologiae, sistens insectorum classes, ordines, genera, species, adiectis synonymis, locis, descriptionibus, observationibus. *Flensburgi et Lipsiae, Korte*. [iv]+[xii]+[xvi]+832 pp.
- *Fabricius, J.C. 1793. Entomologia systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species adiectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus. Hafniae, Christian Gottlieb Proft, Fil. et. Soc. 3: iv + 487 pp.
- *Felder, C. y R. Felder. 1865. Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857, 1858, 1859 unter den Befehlen des Commodore B. von Wüllerstorff. Urbair. Zoologischer Theil. Zweiter Band. Zweite Abtheilung: Lepidoptera. Wien, Carl Gerold's Sohn. (1): 4+1-136 pls 1-21,(2): 2+137-378, pls 22-47. (3): 2+379-536 pls, 48-74. (4): 6+1-9.
- *Ferris, C.D. y J.F. Emmel. 1982. Discussion of *Papilio coloro* W.G. Wright (= *Papilio rudkini* F.& R. Chermock) and *Papilio polyxenes* Fabricius (Papilionidae). *Bulletin of the Allyn Museum*, 76: 1-13
- *García M., G. 1982. *Estudio taxonómico ecológico de la flora y fauna del estado de Aguascalientes I. Inventario y distribución de la fauna entomológica (Lepidoptera) de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes. 116 p.
- *Gibson, W. y J.L. Carrillo. 1959. Lista de Insectos en la Colección Entomológica de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. *Folleto Misc. Secr. Agric. Ganad.*, (México) 9: 254.
- *Godman, F.D. e I.O. Salvin. 1878-1901. *Biologia Centrali Americana. Insecta, Lepidoptera Rhopalocera*. Dulach & Co. Londres. 2: 782.
- *González C., L. 1977. Reporte de la Colecta en la Ceiba, Puebla. *Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 6-7.
- *González C., L. 1978. Notas sobre la Familia Papilionidae (Lepidoptera), en México. Barranca de Patla, Pue., y alrededores. *Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 4: 3-15.
- *González C., L. y C. Velázquez M. 1977. Nueva forma de *Catasticta flisa* H-S. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 91-92.
- *Guzmán, E.P. 1976. Algunas observaciones sobre Lepidópteros de Chalma, Estado de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 2: 49-51.
- *Herbst, J. F. W. 1790-1804. En: *Natursystem aller bekannten in -und ausländischen Insekten als eine Fortsetzung der von Buffonschen Naturgeschichte. Nach dem System des Ritters Carl von Linné bearbeitet. Der Schmetterlinge*. Jablonsky, C. G. (ed.) Berlin. Joachim Pauli. 1: [22] + cxxviii + 1-216 pls [1] + 1-6 prontsp. (1783); 2: xxxii + 1-295 pls. 7-20 (1784); 3: 1-113 pls. 21-37 (signatures A-H) (1788)
- *Hernández B. F. 1989. *Mariposas diurnas del municipio de Jalapa, Veracruz. (Insecta: Lepidoptera) México. Taxonomía, ecología y zoogeografía*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. 154 pp.
- *Hernández, V. 1985. *Mariposas del Suborden Rhopalocera (Lepidoptera) de Amealco, Queretaro y alrededores*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 pp.

- *Hernández, V., H.I. Martínez G. y S. Rodríguez N. 1981. Lepidópteros en la Colección Entomológica de la Dirección General de la Dirección General de Sanidad Vegetal. *Fitófilo*, 84: 15-17
- Hewitson, W. C. 1861. Illustrations of new species of exotic butterflies, selected chiefly from the collections of W. Wilson Saunders and William C. Hewitson. London, van Voorst. 2(39): 5-6, 39-40, 87-88 pls. 3, 20, 44, (40): 13-14, 49-50, 69-70 + I-iv + 121-124 pls, 7, 25, 35.
- *Hoffmann, C. C. 1932. Roberto Müeller y su importancia en el conocimiento de los lepidópteros de México. In Memoriam. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 3: 133-148.
- *Hoffmann, C.C. 1933. La fauna de Lepidópteros del Distrito del Soconusco (Chiapas). Un estudio zoogeográfico. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 4: 207-307.
- *Hoffmann, C.C. 1936. Contribuciones al conocimiento de la fauna de Actopan, Hgo. I. Algunas observaciones de la fauna de lepidópteros en la época seca. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 7: 259-263
- *Hoffmann, C. C. 1940a. Lepidópteros nuevos de México (1) IV. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 11: 275-284.
- *Hoffmann, C. C. 1940b. Lepidópteros nuevos de México V. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 11: 633-638.
- *Hoffmann, C.C. 1940c. Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros mexicanos. Primera Parte. Papilionoidea. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 11: 730-739.
- *Holland, R. 1973. Butterflies of middle and Southern Baja California. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 11: 147-160.
- Hübner, J. 1806-1838. Zuträge zur Sammlung Exotischer Stchemetterlinge Ausburg Author and by Geyer after Hübner death. 3 vol. named but not numbered plates with short, unpaginated text. 1:2/3 pls 1806-1819; 36 pp, 1807-1824, 2:[221 pls, 1819-1826 [4 pls, 1827 (Geyer); [6 pp. 1827-1832 (Geyer) 3 [53; 1827-1838 (Geyer) [CFC,pc)
- *Johnson, K. y D. Matusik. 1989. A study of *Protesilaus microdamas* (Burmeister) and the little-known *P.dospassosi* (Rutimeyer) and *P. huamucana* (Varea de Luque) (Papilionidae). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 27: 83-95.
- *Jurado, C. 1990. *Inventario de Lepidópteros diurnos del Vivero Forestal "Lázaro Cárdenas", Municipio de Morelia, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 46 pp.
- *Katthain, G. 1971. *Estudio taxonómico y datos ecológicos del suborden Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera en un área del Pedregal de San Angel, D.F., México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 189 pp.
- Kirby, W. F. 1884. On a copy of Peale's Lepidoptera Americana in the library of the Zoological Department of the British Museum. *Papilio*. 4: 103-104.
- *Kendall, R.O. y W.W. McGuire. 1984. Some new and rare records of Lepidoptera found in Texas. *Bulletin of Allyn Museum*, 86:1-50.
- *Lamas, G. 1979. Los Dismorphiinae (Pieridae) de México, América Central y las Antillas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 5: 3-37.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymymis, locis*. Editio Decima, reformata. Holmiae, Laurentius Salvius. 1: iv + 823 + {1} pp. Reprint in MidContinent Lepidoptera Series 2(23) April, 1971)
- Linnaeus, C. 1763. *Amoenitates Academicæ; seu dissertationes variae physicae, medicae, botanicae, antehac seorsim editae, nunc collectae et auctae cum tabulis aeneis*. Holmiae, Laurentius Salvius. 6: [iv]+ 486 pp., 5 pls.
- Linnaeus, C. 1764. *Museum S:ae R:ae M:tis Ludovicae Ulricae Reginae Svecorum, Gothorum, Vandalorumque &c. &c. &c. In quo animalia rariora, exotica, imprimis Insecta &*

- Conchilia describuntur & determinantur*. Podromi instar editium. Holmiae, Laurentius Salvius. [viii]+720 + [2]pp.
- *Linnaeus, C. 1771. *Regni animalis, Appendix. Insecta*. pp. 529-543. En: *Mantissa plantarum altera generum editionis VI & specierum editionis II*. Holmiae, Laurentius Salvius. Pp [i-vi], 143-588.
 - *Llorente B., J. 1984. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México con especial referencia al género *Enantia* Hübner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomologica Mexicana*, 58:1-207
 - *Llorente B., J. 1986. Las razas geográficas de *Pereute charops* (Boisduval, 1836) con la descripción de una nueva subespecie (Lepidoptera: Pieridae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 56: 245-258.
 - *Llorente B., J. y A. Luis. 1987. Una nueva subespecie de *Eurema agave* Cramer (Lepidoptera: Pieridae; Coliadinae). *Folia Entomologica Mexicana*, 71: 17-25.
 - *Llorente B., J. y A. Luis. 1988. Nuevos Dismorphiinae de México y Guatemala (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomologica Mexicana*, 74: 159-178.
 - Llorente B., J. y A. Luis. 1993. Conservation-oriented analysis of mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). En *Biological Diversity of Mexico: Origins and distributions*. (T.P. Ramamoorthy, R Bye, A. Lot y J. Fa eds.) p. 147-177. Oxford University Press, Oxford.
 - Llorente B., J., A. Luis, I. Vargas y J. Soberón M. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. Vol. Esp. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 313-324.
 - Llorente B., J., I. Vargas y J. Soberón. 1996. Papilionoidea (Lepidoptera) En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su Conocimiento*. Llorente B., J., A. García y E. González (eds.) pp. 531-548. Instituto de Biología, UNAM. México. D. F.
 - Llorente B., J., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez e I. Vargas F. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
 - *López, G.B.A. 1989. *Mariposas del suborden Rhopalocera (Lepidoptera) de la Barranca de Huentitan, Guadalajara, Jalisco (Registro de especies)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 90 pp.
 - *Luis, M.A. 1987. *Distribución altitudinal y estacional de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D.F.* Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 113 pp.
 - Luis, M.A. y J. Llorente B. 1990. Mariposas del Valle de México: Introducción e Historia 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos; Magdalena Contreras, D.F. México. *Folia Entomologica Mexicana*. 78: 95-198
 - Luis, M.A., I. Vargas y J. Llorente B. 1991. *Lepidoptero fauna de Oaxaca I: Distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez*. Publicaciones especiales del Museo de Zoología No. 3. Fac. Ciencias, UNAM. México. D.F.
 - Martín-Piera, F. y J. Lobo. 2003. Database records as a sampling-effort surrogate to predict spatial distribution of insects in either poorly or unevenly surveyed areas. *Acta Entomológica Ibérica e Macaronésica*, 1:23-35.
 - *Mathieu, J. M. y C.A. González. 1970. Lista de insectos en la Colección Entomológica del Instituto Tecnológico de Monterrey. Ocho familias de Papilionoidea (Lepidoptera). *Boletín de Agronomía, Escuela de Agricultura y Ganadería*. ITESM, 129: 10-15.
 - *Mattoni, R.H.T. 1988. The *Euphilotes battoides* complex: recognition of a species and description of a new subespecies (Lycaenidae) *Journal of Research on the Lepidoptera*, 27: 173-185.
 - Michán, L. y J. Llorente B. 2002. Hacia una historia de la entomología en México. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su Conocimiento. Volumen III*. Llorente B., J. y J.J. Morrone (eds.) p. 3-52. CONABIO-UNAM. México. D.F.

- Michán, L. y J. Llorente B. 2003. La Taxonomía en México durante el Siglo XX. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 12: 1-229.
- Michán, L., J. Llorente B, A. Luis-Martínez y D. J. Castro. 2004. Breve historia de la taxonomía de Lepidoptera en México durante el S. XX. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su Conocimiento. Volumen IV*. Llorente B, J., J.J. Morrone y O. Yáñez-Ordóñez (eds.) CONABIO-UNAM. México.
- *Miller, L.D. y F.M. Brown. 1975. Notes on the rare mexican pierid *Prestonia clarki* (Pieridae). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 29: 256-258.
- Navarro, A. y J. Llorente B. 1994. Museos y la conservación de la biodiversidad. En: *Taxonomía Biológica*. Llorente B., J. e I. Luna (comp.) pp. 229-257. Fondo de cultura económica. México, D. F.
- Navarro, A., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2003a. Museums working together: the atlas of the birds of México. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 123A: 207-224.
- Navarro, A., A.T. Peterson, Y. Nakazawa e I. Liebig-Fossas. 2003b. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. En: *Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Morrone J y J. Llorente B. (eds) pp. 115-122. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- New, T.R. 1991. *Butterfly Conservation*. Oxford University Press. Oxford, Nueva York.
- Oñate-Ocaña, L. y J. Llorente B. En prep. El índice de amplitud biogeográfica aplicado a una base de datos de Papilionidae y Pieridae (Insecta: Lepidoptera)
- Oñate-Ocaña, L., J.J. Morrone y J. E. Llorente B. 2000. Una evaluación del conocimiento de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Acta Zoologica Mexicana*. Nueva Serie, 81: 117-132.
- *Opler, P. 1986. A new *Euchloe* (Pieridae) from Northwestern Mexico. *Journal of Lepidopterist's Society*, 40: 188-190
- *Patterson, D. y J. A. Powell. 1959. Lepidoptera collecting in the Sierra San Pedro Mártir, Baja California. *Journal of Lepidopterist's Society*, 13: 229-235.
- Peláez G., A. 1994. XII. Bases de datos en taxonomía y colecciones científicas. En: *Taxonomía Biológica*. Llorente B., J. e I. Luna (comp.) pp. 259-277. Fondo de cultura económica. México, D. F.
- *Pérez R., H. 1977. Distribución geográfica y estructura poblacional de *Baronia brevicornis* Salv. (Lepidoptera, Papilionidae, Baroniinae) en la República Mexicana. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 48: 151-164.
- *Pérez R., H. y S. Sánchez. 1986. Algunos aspectos demográficos de *Baronia brevicornis* Salvin en dos localidades de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 57: 191-198.
- Peterson, A. T., A. Navarro y H. Benítez. 1998. The need for continued scientific collecting; a geographic analysis of Mexican bird specimens. *IBIS*, 140: 288-294.
- *Powell, J.A. 1958. Additions to the knowledge of the butterfly fauna of Baja California Norte. *Lepidopterist's News*, 12: 26-32.
- *Racheli, T. y V. Sbordoni. 1975. A new species of *Papilio* from Mexico (Lepidoptera, Papilionidae). *Fragmenta Entomologica*, 112: 175-183
- *Rau, P. 1942. Clouds of butterflies in Mexico: A study in butterfly aggregations (Lepid: Rhopalocera). *Entomological News*, 53: 151-184.
- *Reyes, C. 1980. *Mariposas del suborden Rhopalocera (Lepidoptera) en los alrededores de Aguascalientes, Ags.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes. 39 pp.
- *Rindge, F.H. 1948. Contributions toward a knowledge of the insect fauna of Lower California No. 8 Lepidoptera: Rhopalocera. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 24: 289-312.
- *Rivera, L. T. 1975. Colecta de material entomológico en el estado de Veracruz. *Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 7-8.

- *Rodríguez, S. 1982. *Mariposas del Suborden Rhopalocera (Lepidoptera) de Acatlán de Juárez, Jalisco y alrededores*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 206 pp.
- *Ross, G.N. 1964a. Life history studies on mexican butterflies. I. Notes on the earle stages of four Papilionids from Catemaco. Veracruz. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 3: 9-18.
- *Ross, G.N. 1964b. Life history studies on mexican butterflies III. Nine Rhopalocera from Ocotlán Chico, Veracruz. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 3: 207-229.
- *Ross, G.N. 1967. *A distributional study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico*. Tesis Doctoral. Louisiana State University. 265 pp.
- *Ross, G. N. 1975-1977. An ecological study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla, Veracruz, México. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 14: 103-124; 169-188; 233-252; 15: 41-60; 109-128; 185-200; 225-240; 16: 87-130.
- **Rothschild, W. y K. Jordan. 1906. A revision of American Papilios. *Novitates Zoologicae*, 13: 411-752.
- *Routledge, E. C. 1977. El Suborden Rhopalocera (Lepidoptera) del Estado de Tabasco. Su lista, frecuencia, diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 57-73.
- *Salas, N. 1995. *Listado faunístico de la familia Pieridae (Papilionoidea) del estado de Quintana Roo*. Tesis profesional ITCH, SEP. Chetumal, QROO. 64 pp + 12 pls.
- **Schaus, W. 1898. Two new species of *Hesperocharis*. *Entomological News*, 9: 215
- *Schaus, W. 1911. A new *Papilio* from Florida and one from Mexico (Lepid.). *Entomological News*, 22: 438-439.
- *Schaus, W. 1920. New species of Lepidoptera in the United States National Museum, 57: 107-152.
- *Seitz, A. 1924. *The Macrolepidoptera of the World. A systematic description of the hitherto known macrolepidoptera*. Alfred Kern Verlag Stuttgart. Vol. V. 1139 + 192 ls.
- *Shapiro, A.M. 1981a. A reared gynandromorph of *Tatochila* (Pieridae). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 20: 240-242.
- *Shapiro, A.M. 1981b. Two homoeotic *Pieris rapae* of mexican origin (Pieridae). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 20: 242-244.
- *Shapiro, A.M. y H. Geiger. 1986. Electrophoretic confirmation of the species status of *Pontia protodice* and *Pontia occidentalis* (Pieridae). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 25: 39-47
- Smart F.P. 1975. *Encyclopedia of Butterflies world*. Crescent Books, Nueva York.
- Soberón, J., J. Llorente B. y L. Oñate-Ocaña. 2000. The use of specimen labels databases for conservation purposes: an example using mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1441-1466.
- *Spade, T., T. Hamilton y J.W. Brown. 1988. The biology of seven Troidine Swallowtail Butterflies (Papilionidae) in Colima, México. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 26: 13-26.
- *Stoll, C. 1786-1787-1791. *Aangsel van het Werk, de uitlandische Kapellen, voorkomende in de drie Waereld-Deelen Asia, Africa en America, door den Heere Pieter Cramer, vervattende naauwkeurige afbeeldingen van surinaamsche rupsen en poppen; alsmede van veele zeldzaame en nieuwe ontdekte uitlandische dag- en nagt-kapellen*. Amsterdam, Nic. Th. Gravius. i-viii, 1-42, pls 1-8(1786?-1787); 43-184, pls 9-42(1790).
- *Toliver, M.E., R. Holland y S. J. Cary. 1994. *Distribution of Butterflies in New Mexico (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea)*. Albuquerque, Nuevo México.
- Trabulse, E. 1983. *Historia de la Ciencia en México: Estudios y Textos, Siglo XVI*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Trabulse, E. 1994. *Historia de la Ciencia en México (versión abreviada)*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- *Tyler, H.A. 1975. *Swallowtail Butterflies*. Naturegraph Publishers. Healdsburg.

- Tyler, H., K. S. Brown y K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological Diversity, Biosystematics and Conservation*. Scientific Publishers. Gainesville, Florida
- Vargas, I., J. Llorente B. y A. Luis. 1991. *Lepidopterofauna de Guerrero I: Distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac* Publicaciones especiales del Museo de Zoología No. 2. Fac. Ciencias, UNAM. México. D.F.
- *Vargas, I. F., A. Luis, J. Llorente B. y A. D. Warren. 1996. Butterflies of the state of Jalisco, Mexico. *Journal of Lepidopterist's Society*, 50: 97-138
- *Vázquez, G., L. 1940. Lepidópteros nuevos de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 11: 275-284.
- *Vázquez, G., L. 1942. Observaciones faunísticas de los Lepidópteros de Izúcar de Matamoros, Puebla. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 13: 547-553.
- *Vázquez, G., L. 1947. Papilios nuevos de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 18: 249-256.
- *Vázquez, G., L. 1949a. Papilios nuevos de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 19: 233-240.
- *Vázquez, G., L. 1949b. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 19: 469-484.
- *Vázquez, G., L. 1951. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas. III. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 22: 533-555.
- *Vázquez, G., L. 1953a. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas V. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 24: 435-444.
- *Vázquez, G., L. 1953b. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas IV. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 23: 257-267.
- *Vázquez, G., L. 1953c. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas III. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 24: 171-175.
- *Vázquez, G., L. 1954a. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas. VI. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 25: 389-390.
- *Vázquez, G., L. 1954b. Notas sobre lepidópteros mexicanos. I. Papilionidae y Pieridae de la Mesa de San Diego, Pue., y sus alrededores. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 25: 391-416.
- *Vázquez, G., L. 1954c. Observaciones sobre piéridos mexicanos con descripciones de algunas formas nuevas. V. Las especies del género *Itaballia* en México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 24: 435-444.
- *Vázquez, G., L. 1956. Reconsideración taxonómica de *Prestonia clarki* Schaus-*Phoebis* (*Prestonia clarki* Schaus-Lepidoptera-Pieridae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 26: 477-491.
- *Vázquez, G., L. 1957. Papilios nuevos de México. IV. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 27: 473-485.
- *Vázquez, G. L. 1985. Los tipos existentes en la Colección Entomológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (Segundo Suplemento) *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 56: 607-640.
- *Vázquez, G. L. 1988. *Baronia brevicornis* Salvin y sus formas (Lepidoptera: Papilionidae: Baroniinae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 58: 665-680.

- *Vázquez, G. L. 1989. Los tipos existentes en la Colección Entomológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos *Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 2: 1-60
- *Vázquez, G. L. y H. Pérez. 1961. Observaciones sobre la biología de *Baronia brevicornis* Salv. (Lepidoptera: Papilionidae-Baroniinae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 32: 295-311.
- *Vázquez, G., L. y H. Pérez, R. 1967. Nuevas observaciones sobre la biología de *Baronia brevicornis* Salv. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 37: 195-204.
- *Vázquez, G., L. y S. Zaragoza. 1979. Tipos existentes en la Colección Entomológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 50: 575-632
- *Velázquez, N. y C. Velázquez. 1975. Viaje de colecta a Jalisco y Colima. *Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 1: 6-7.
- *Westwood, J.O. 1834. Description of the Nest of a gregarious species of Butterfly from Mexico. *Transactions of Entomological Society of London*, 1: 38-44.
- Whitmore, T. C. y G.T. Prance. 1987. Biogeography and Quaternary history in tropical America. Oxford Monographs on Biogeography 3. Clarendon Press. Oxford.
- *Yuste, F., H. Pérez y F. Walls. 1972. Compounds of Papilionid Caterpillars (*Baronia brevicornis* S.) *Experientia*, 28: 1149-1150.

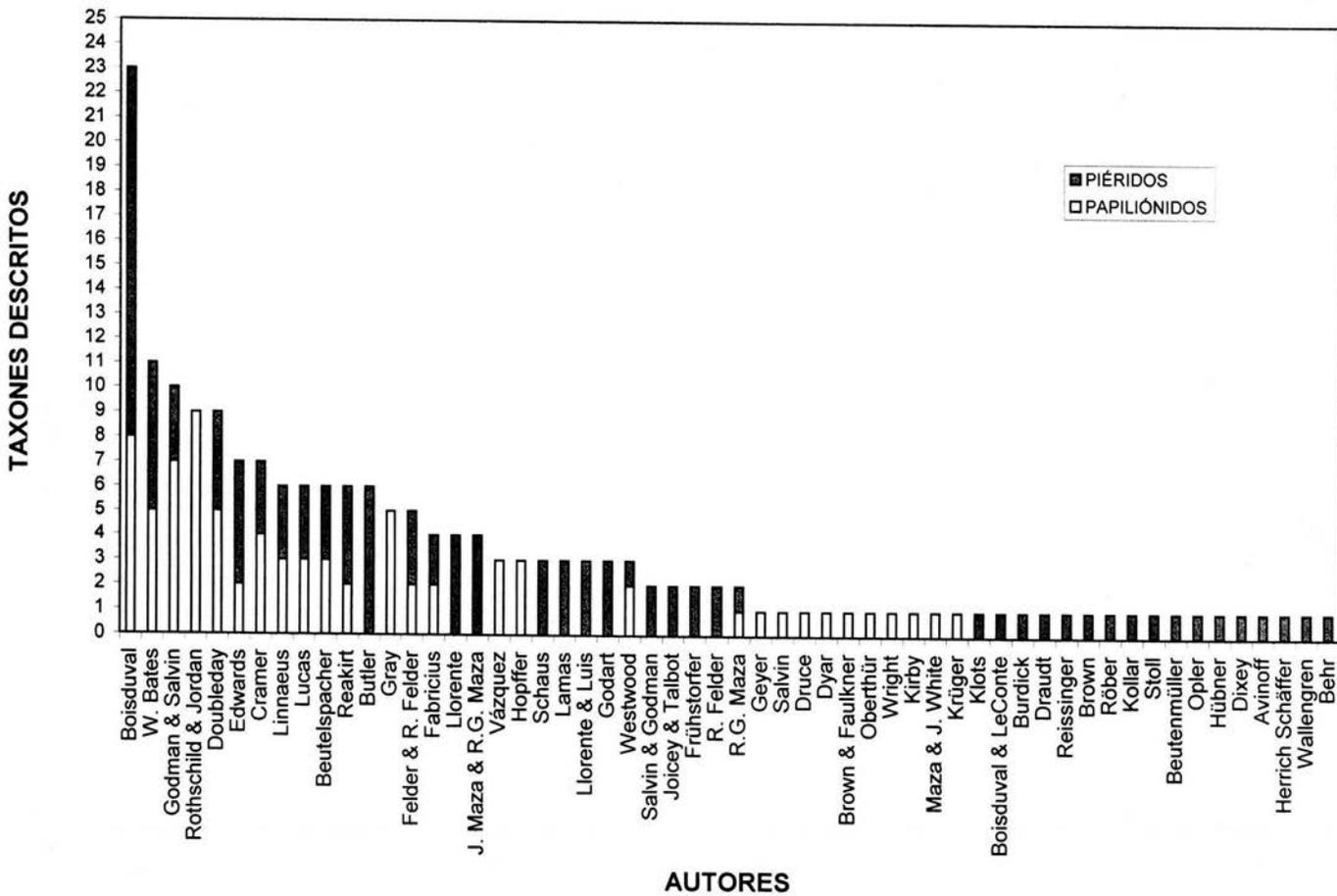


FIGURA 1. TAXONES DE PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS MEXICANOS DESCRITOS POR AUTOR

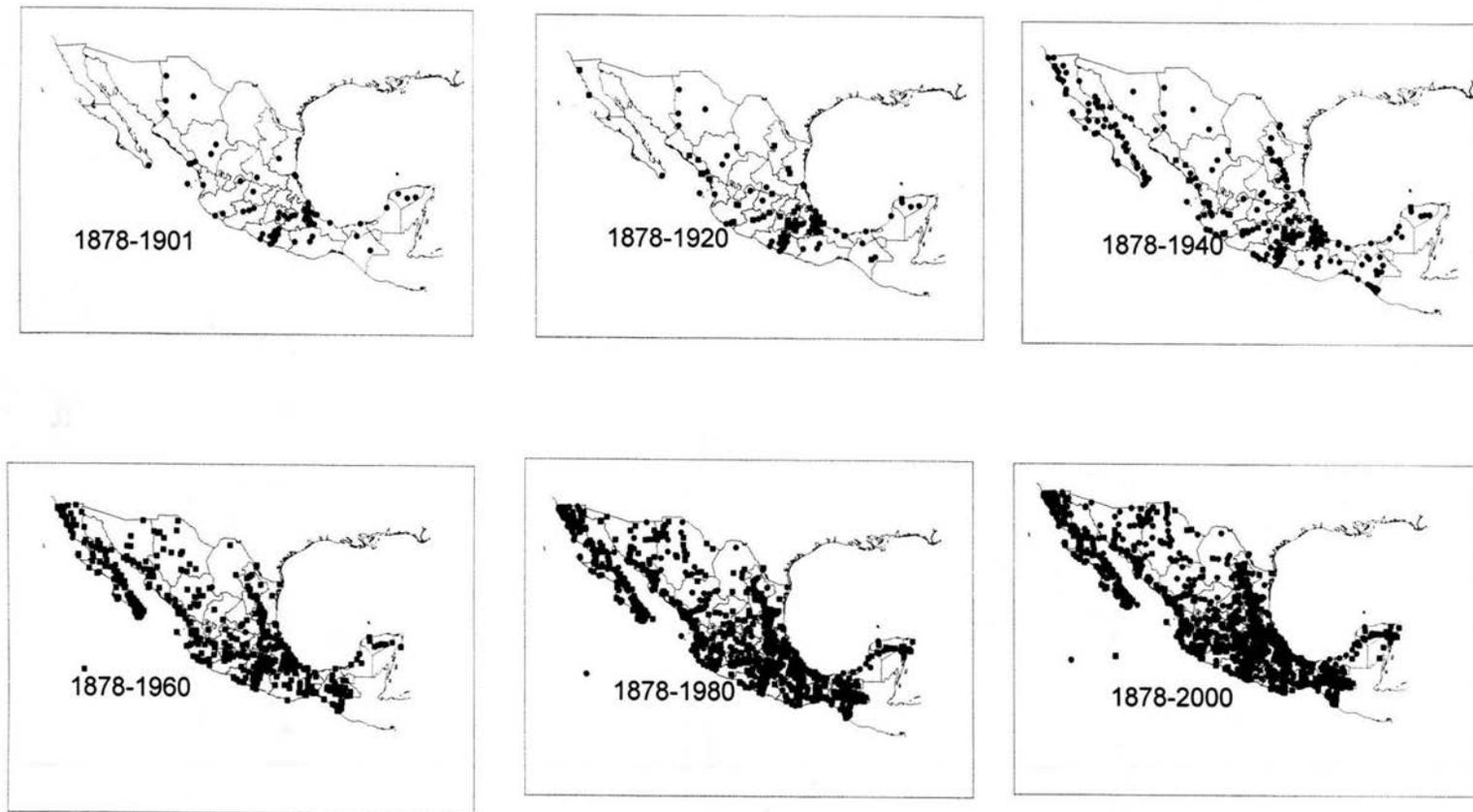


FIGURA 2. LOCALIDADES ACUMULATIVAS DONDE SE HAN RECOLECTADO PAPILIONIÓIDOS Y PIÉRIDOS POR PERIODO DE CADA DOS DÉCADAS

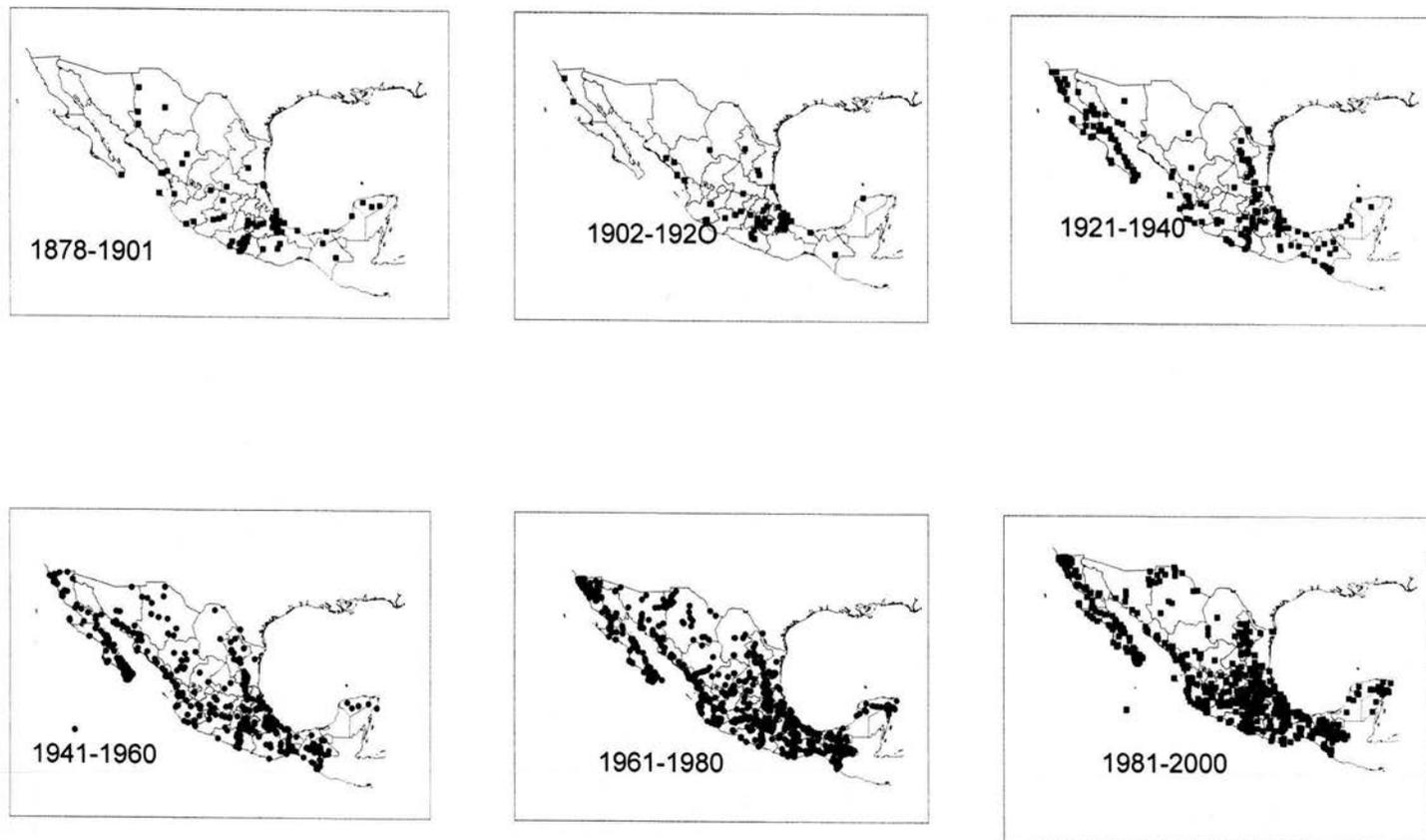


FIGURA 3. LOCALIDADES DONDE SE HAN RECOLECTADO PAPILIÓNIDOS Y PIÉRIDOS POR PERIODO DE CADA DOS DÉCADAS

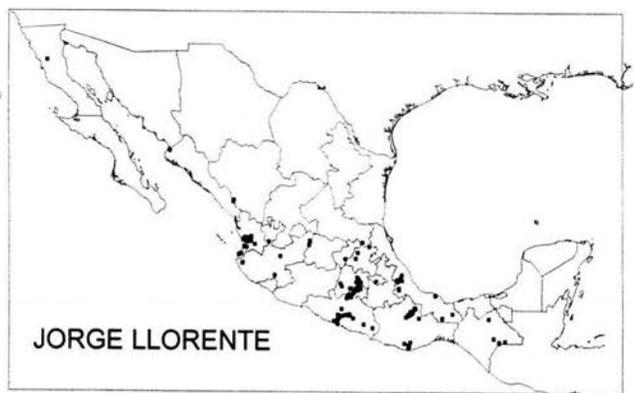
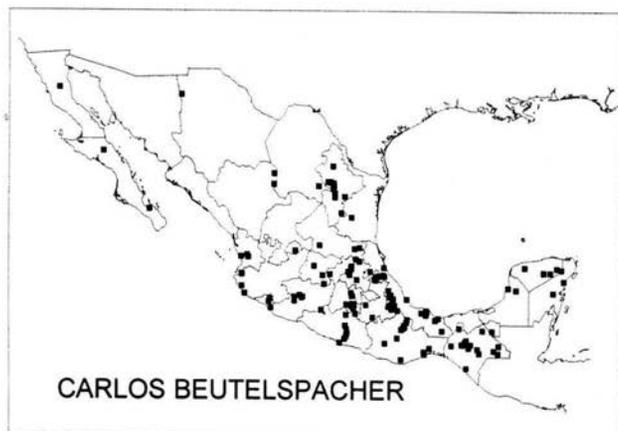


FIGURA 4. LOCALIDADES VISITADAS POR LOS COLECTORES MÁS IMPORTANTES

CAPÍTULO II DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO

Se publicó el libro *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración*, donde se admiten 129 especies de Papilionidae y Pieridae con un total de 181 subespecies. En éste se alistan las especies, se presentan las localidades en donde se encontró cada ejemplar con la abreviatura de la colección o cita en donde se encuentra y/o el autor que la registra, se presentan los mapas de localidades ocupadas y se ilustran.

Para describir la distribución conocida de las especies de papiliónidos y piéridos de México, referir su abundancia y patrones de riqueza, y elaborar mapas de las localidades de cada una, se utilizó una base de datos efectuada inicialmente en FoxPro 2.5, en la cual se concentra la información de 40 752 individuos albergados en 10 museos, además del Museo de Zoología y 13 807 datos hallados en la literatura. Se registraron 53 especies de papiliónidos, de las cuales dos cuentan con un registro impreciso. Por otro lado, se registraron 79 especies de piéridos, de los cuales dos son especies no descritas aún y una más cuenta con un solo registro impreciso.

Los registros de la base se tomaron de 144 publicaciones que se refirieron en el libro y se marcaron con asterisco. La base de datos que cuenta con 54 559 ejemplares en 39 300 registros de papiliónidos y piéridos de México, se exportó a ACCESS 2.0 para facilitar su manejo. Cada registro incluye datos taxonómicos como nombre del taxón, datos de la fecha de recolecta (día, mes, año), estado de la República y localidad de recolecta, altitud, tipo de vegetación, colector o colectores, número de individuos en la muestra, sexo y los datos de la colección en la que se encuentra el ejemplar o la cita bibliográfica que lo registra. La base de datos fue normalizada, pues muchas localidades contaban con varios nombres, por lo que se unificó en un solo nombre para evitar repeticiones. Se enlistaron las 2325 diferentes localidades y se georreferenciaron utilizando el nomenclátor de INEGI (1991), el Atlas Topográfico de la República Mexicana (INEGI) y algunas cartas editadas por la SCT, el Instituto de Geografía y el INEGI. Quedaron sin georreferenciar aquellas localidades que no se lograron ubicar en los mapas ni en el nomenclátor, o por ser datos generalizados y poco precisos. Las localidades georreferidas para cada estado se presentaron en esta publicación en el Apéndice II. Se desplegaron en ARCVIEW 2.0 las coordenadas geográficas de las localidades referidas para cada especie, elaborándose 116 mapas que se presentaron como Apéndice IV del libro.

En esta publicación se contaron los registros (recolectas), ejemplares y localidades por estado, elaborándose un cuadro de distribución geográfica por estados para cada especie de papiliónidos y piéridos que aparece como Cuadro 2a y 2b, y que representa un resumen de la base

de datos, pues en seis hojas presenta la información sobre el número de ejemplares, registros, localidades por especie, por estado y totales para ambas familias.

También se obtuvo el número de individuos, recolectas y especies registradas en cada localidad, con lo que se detectaron las localidades más ricas en especies y mejor recolectadas. En el Cuadro 3 se presentan las localidades más ricas en especies de ambas familias y se describe con los cuadros 3a, 3b y 3c la distribución de la abundancia de papiliónidos con base en el número de ejemplares, registros y localidades respectivamente, mientras que los cuadros 4a, 4b y 4c describen la distribución de abundancia de piéridos.

Se presenta el Apéndice I de esta publicación con las localidades citadas en la literatura y/o registradas en las colecciones. Esta lista se generó a través de una consulta de la base en ACCESS en que se solicitó la información de cada especie en orden taxonómico (Id especie) con el estado en orden alfabético, las localidades, el mes de recolecta y la fuente que lo cita, ya sea literatura o colecciones o ambas. La consulta generada se exportó a FOXPRO y se preparó un programa inicialmente generado Alejandro Peláez y modificado por Miguel Murguía. En el Capítulo V se describe un ejemplo de esta serie de programas que fueron modificados a conveniencia para enlistar de tres a cinco campos de la información contenida en la base de datos.

También se presenta una gráfica de la curva de acumulación de especies conocidas para México por década; una gráfica del número de taxones de papiliónidos y piéridos descritos por autor y, por último, la lista de publicaciones sobre la descripción o distribución de especies de papiliónidos y piéridos mexicanos.

El estado de Chiapas tiene el mayor número de especies registradas, seguido de Veracruz y Oaxaca, que por un lado son los estados mejor recolectados (Veracruz primero, Oaxaca tercero y Chiapas cuarto) y, por otro lado, son los estados que cuentan con mayor número de especies endémicas. Veracruz es el estado con mayor número de localidades de recolecta de papiliónidos y el tercero para piéridos. El estado de Veracruz, además, tiene el mayor número de registros y de individuos de la base, tanto en piéridos como papiliónidos, y ocupa el segundo lugar en riqueza de especies de piéridos y papiliónidos. Pueden señalarse como estados con más registros, además de Veracruz, a Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Morelos, Puebla, Jalisco y Colima. Los estados con mayor riqueza de especies para papiliónidos son: Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Guerrero; mientras que para piéridos Chiapas es el estado más rico en especies, seguido de Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

El Apéndice 2.1 muestra las curvas de acumulación por estado en donde puede apreciarse que, a gran escala, el conocimiento de las especies de papiliónidos y piéridos del país es satisfactoria, al menos en los estados de Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Veracruz, Colima, Michoacán, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

Los estados con mayor riqueza de especies como Veracruz y Chiapas tienen algunas especies endémicas, cuya distribución se presenta en ambos estados y se extiende, en algunos casos hacia Oaxaca; éste es el caso de los papiliónidos *Protographium thyastes marchandi*, *P. calliste* (con registro dudoso en Guerrero), *Battus ingenuus*, *B. lycidas*, *Mimoides ilus branchus*, *Parides sesostris zestos*, *P. iphidamas*, *P. eurymedes mylotes*, *P. panares* y *Eurytides salvini*. Otras especies, como el piérido *Eurema agave millerorum* y el papiliónido grafino *Protographium dioxippus lacandonae*, están más restringidas (Veracruz y Chiapas). Además del alto contenido de endémicos en Veracruz y Chiapas, principalmente, y con la extensión de la distribución hacia Oaxaca y Guerrero, se han llevado a cabo recolectas intensivas en estas regiones, de modo que las especies endémicas y las de amplia distribución se conocen bien. Este patrón de riqueza en los estados del sur de México refleja el origen predominantemente neotropical de la lepidopterofauna de México, en especial de los papiliónidos. En Baja California, en cambio, a pesar de no tener un alto número de especies, se encuentra un alto número de endemismos representados por varias especies y subespecies de piéridos, aunque la mayoría de sus especies son de amplia distribución y de origen neártico con límite sur en México.

Destacan por el bajo número de especies los estados de Baja California Sur, Baja California, Campeche, Guanajuato, Coahuila, Zacatecas y Tlaxcala. Baja California Sur, que es el séptimo en cuanto a número de individuos, ocupa el lugar vigésimo cuarto por riqueza específica, con un número total de especies de sólo 32, la mayoría de amplia distribución. Baja California, en cambio, con la mitad de individuos con respecto a Baja California Sur, ocupa el lugar vigésimo quinto con 28 especies. Cabe señalar que Baja California cuenta con cuatro especies de papiliónidos endémicas (*Papilio indra pergamus*, *P. zelicaon zelicaon*, *Pterourus eurymedon* y *P. rutulus*), y nueve piéridos endémicos (*Colias alexandra harfordii*, *Zerene eurydice*, *Paramidea lanceolata*, *Euchloe hyantis*, *Anthocharis sara*, *A. cethura*, *Pontia beckeri*, *P. sisymbrii* y *Ganyra howarthi*). Campeche y Guanajuato resaltan por el bajo número de registros, casi igual al número de especies. Esto se debe, por un lado, a que las especies registradas son de amplia distribución (esto es, en realidad está muy mal recolectado) y, por otro lado, a que los registros con que contamos no proporcionan el número de individuos, pues son datos de la literatura. Coahuila, Zacatecas y Tlaxcala son los estados con menor número de especies registradas. Por un lado Coahuila y Zacatecas tienen un número más o menos bajo de registros y de individuos, con 19 y 13 especies respectivamente. Todos los papiliónidos registrados para ambos estados son de amplia distribución, destacando *Battus philenor*, *Heraclides cresphontes*, *H. thoas*, *Papilio polyxenes asterius* y *Pterourus multidaudatus* para Coahuila, y *Battus philenor* y *B. laodamas* las de Zacatecas. En cuanto a los piéridos conocidos para ambos estados, todos son de amplia distribución. Estos datos equivalen a un conocimiento muy pobre de ambas regiones, aunque

pueden generarse predicciones sobre qué especies podrían encontrarse además de las registradas (Capítulo V).

En cuanto a Tlaxcala, sólo se tienen 13 individuos de dos localidades que corresponden a dos especies de piéridos de amplia distribución. Los registros parecen ser totalmente azarosos: *Aphrissa statira jada* recolectada en Tlaxcala en 1969 y dos individuos de *Catantixia nimbice* recolectados en Tlaxco, 5 km N, en 1977. Los estados de Baja California Sur y Baja California figuran entre los que tienen mayor número de localidades y un alto número de registros, pero no gran riqueza específica. Así mismo, contrastan los estados con bajo número de registros o 'mal muestreados', como Tlaxcala, Campeche y Coahuila, con los estados 'bien muestreados', como Baja California, Baja California Sur, Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

En el cuadro 2.1 se muestran las condiciones ecogeográficas de las localidades más ricas en especies. La localidad más rica en especies resultó ser Presidio, Veracruz. Es notable la presencia de bosque mesófilo de montaña en las tres localidades más ricas en especies; pero destacan el bosque mesófilo de montaña, el bosque tropical perennifolio y el bosque de coníferas y encinos como los tipos de vegetación más frecuentes en las localidades más ricas en especies y que, además, coinciden con las localidades mejor recolectadas (con mayor número de individuos). De este modo, la preferencia de recolectas parece ser el bosque mesófilo de montaña (por tipos de vegetación) y Veracruz (por estados) (cuatro localidades más ricas), seguido del bosque tropical perennifolio, bosque de coníferas y los estados de Chiapas, Puebla, Oaxaca y San Luis Potosí.

Resalta además la incidencia de localidades de Veracruz, como un efecto de las recolectas frecuentes en esta región, particularmente la región de Los Tuxtlas, con las siguientes localidades y orden de riqueza de especies: Laguna de Catemaco (4ª, con 65 especies), Cerro El Vigía (11ª, con 57 especies); Dos Amates (12ª con 56 especies); Popoctépetl (29ª, con 36 especies); todas éstas son localidades con bosque tropical perennifolio, precipitaciones de 1500-2000 mm o más, temperatura cálida, y altitudes entre 50-1130 m snm.

Se evaluó la intensidad de muestro graficando la curva de localidades con el mismo número de individuos (figura 2.1). Es claro que la intensidad del muestro en las 2 325 localidades no es homogénea: cerca de 900 localidades tienen solo un individuo, mientras que alrededor de 100 localidades tienen 100 o más individuos. Algunas de las localidades señaladas como las más ricas tienen un número de individuos muy bajo porque provienen de datos de la literatura, en donde solo se describen las especies resultantes, éste es el caso de las localidades de San Luis Potosí. Esto implica que el análisis del número de localidades, número de individuos, número de especies, etc, debe tomarse con ciertas reservas, considerando siempre que la fuente de los datos en ocasiones es el

propio ejemplar alojado en cierto museo, y en otros casos es sólo un resultado de trabajos mucho más profundos, de los que no contamos con los datos completos.

También se evaluó el muestreo comparando la riqueza de especies por localidad, describiéndose la curva de localidades con el mismo número de especies (figura 2.2). Resultó un gran número de localidades con pocas especies, contrastando con el bajo número de localidades que tienen gran riqueza, lo que resalta las diferencias en la intensidad de recolecta por localidad.

En el capítulo IV se discute la problemática del uso de las bases de datos con patrones de distribución espacial y temporal heterogéneos, proponiendo una solución a nivel de escala y, en el capítulo V, se propone otra alternativa para utilizar los datos a pesar de los sesgos de muestreo, a través del análisis de la frecuencia relativa.

**PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO:
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
E ILUSTRACIÓN**

**JORGE E. LLORENTE-BOUSQUETS
LEONOR OÑATE-OCAÑA
ARMANDO LUIS-MARTÍNEZ
ISABEL VARGAS-FERNÁNDEZ**

ILUSTRACIONES DE PÁL JÁNOS

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

FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

MÉXICO, 1997

Ilustraciones de Pál János

Las ilustraciones de la lámina XXVI fueron pintadas por Aldi de Oyarzábal

Los dibujos a lápiz fueron realizados por Carmen Pozo de la Tijera

Fotografía de portada: José Antonio Hernández Gómez

Portada: Mural *Tlalocan* o *Paraíso de Tláloc* del Conjunto Departamental de Tepantitla. Zona Arqueológica de Teotihuacán (detalle) realizada en 1964 por Agustín Villagía Caletec y Santos Villasánchez Quintero. Museo Nacional de Antropología e Historia.

PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA E ILUSTRACIÓN

PRIMERA EDICIÓN, 1997

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Apartado Postal 70-399

Ciudad Universitaria, 04510, México D.F.

ISBN 968-36-6456-3

Coordinación editorial y tipografía: Isabel Vargas Fernández
y Armando Luis Martínez

Edición: *S y G Editores*

Impreso y hecho en México / Printed and made in Mexico

PRÓLOGO

En la presente obra, los autores han acumulado una impresionante cantidad de trabajo. Los más de veinte mil registros de dos importantes familias de mariposas provienen de museos nacionales y extranjeros, así como de la literatura, y representan un significativo trabajo de depuración y organización. Las ilustraciones incluidas añaden valor y facilidad de comunicación a la obra. Como parte del trabajo se asignaron coordenadas geográficas a la mayoría de los especímenes resultando así un utilísimo nomenclátor de localidades importantes para el estudio de las mariposas mexicanas.

Tal vez para algunas personas no sea aparente la importancia de este tipo de trabajo. En efecto, ¿cuál puede ser la importancia de recopilar los datos de las etiquetas de miles y miles de ejemplares, muchos de ellos de la misma especie, con sus fechas y localidades? ¿Cuál es la relevancia científica de este tipo de trabajo? La relevancia de este tipo de trabajo debe verse desde dos perspectivas: la *gestión* de la biodiversidad de un país y el avance de la *ciencia* sobre la biodiversidad. Brevemente comentaré sobre los dos puntos.

En primer lugar, para realizar un manejo adecuado de la compleja diversidad biológica de un país como México, es indispensable contar con información organizada sobre qué tenemos (en ecosistemas, especies y variación genética) y donde se encuentra. En México han de existir de 500 mil a un millón de especies de seres vivos (para la mayor parte de los grupos conocidos, México cuenta con de un porcentaje del 10% al 20% de las especies, y las mejores estimaciones suponen que en el planeta existen de 5 a 10 millones de especies). Estas especies se encuentran distribuidas en el territorio nacional en forma sumamente complicada. Nuestra variada topografía y climatología explican en parte lo heterogéneo de la distribución de muchas especies. Tenemos así que para poder hacer cumplir las leyes ecológicas, ciertos compromisos internacionales, para planificar la futura localización de parques y otras áreas naturales protegidas, y para proveer a la ciudadanía con los elementos necesarios para que aprecien y puedan defender nuestra preciosa diversidad biológica es necesario tener una detallada documentación de la localización de las especies. Desde este punto de vista pragmático la importancia de la presente obra resulta clara.

Pero en segundo lugar, y no menos importante, es el potencial científico de este tipo de datos. Algunas de las más profundas preguntas de la biología evolutiva se pueden explorar al contar con grandes cantidades de los "humildes" datos de las etiquetas de los museos. Por ejemplo, el papel relativo de los factores históricos y los factores ecológicos en la distribución de las especies. El estudio de la forma en que la importancia de los diferentes factores cambia al modificar las escalas de análisis. La partición de la diversidad en componentes alfa y beta. En fin, en general, la incrementada capacidad analítica que viene aparejada con georreferenciaciones de una resolución de un kilómetro o mejores, en comparación con las típicas de la literatura biogeográfica que poseen una resolución de 50 a 500 kilómetros.

Un elemento más que caracteriza a esta obra y la distingue de casi todos los trabajos previos similares, es la inclusión de los datos crudos en formato electrónico. El hecho de que los autores hayan decidido liberar al público la información cruda permitirá a muchos otros utilizarlos en sus propios trabajos sin tener que pasar por la difícil tarea de capturar parte o todos los datos contenidos en la publicación en papel. Resulta obvio, dadas las tendencias al uso de computadoras y herramientas analíticas como Sistemas de Información Geográfica y modelación matemática, que el contar con los datos crudos en un disquete incrementará grandemente el potencial de uso de esta obra. Es de esperarse que otros autores sigan el ejemplo y en nuestro país se convierta en normal el incluir bases de datos crudos en las publicaciones taxonómicas y ecológicas.

Para concluir, no puedo más que felicitar calurosamente a los autores no sólo por el trabajo que representa la obra, sino por la visión que representa el proporcionar a los lepidopterólogos y ecólogos un conjunto de datos organizados y presentados en una forma que permitirá a muchos otros seguir avanzando en la investigación científica, y a los tomadores de decisión y el público en general contar con más elementos para la realización de sus tareas.

Jorge Soberón Mainero

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN	3
SÍNTESIS DE RESULTADOS Y COMENTARIOS	5
PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO: LISTA, CRONOLOGÍA Y AUTORES	5
PAPILIONIDAE	5
Baroniinae	5
Papilioninae	5
PIERIDAE	9
Dismorphiinae	9
Coliadinae	10
Pierinae	10
RIQUEZA Y ABUNDANCIA	12
REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA	13
LITERATURA CITADA	30
APÉNDICE I. LISTA DE LOCALIDADES GEORREFERIDAS PARA PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	31
APÉNDICE II. GEORREFERENCIA DE LAS LOCALIDADES DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	93
APÉNDICE III. HEMEROBIBLIOGRAFÍA DE LOS PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	111
APÉNDICE IV. MAPAS DE LAS LOCALIDADES PARA PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	127
APÉNDICE V. LOCALIDADES NO GEORREFERIDAS DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	157
APÉNDICE VI. LÁMINAS DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE DE MÉXICO	171

INTRODUCCIÓN

Hace poco más de 20 años iniciamos el estudio de las mariposas mexicanas, los objetivos principales que tuvimos fueron taxonómicos y biogeográficos, esto es, hacer biología comparada con los lepidópteros diurnos. Desde ese entonces llevamos a la práctica varios programas y proyectos, de modo paralelo y que se complementaran, que nos permitieran formar la infraestructura indispensable para este tipo de trabajos científicos, consiguiendo: literatura especializada, colecciones, formación de técnicos y cierto equipo e instrumental. Durante este lapso llevamos a cabo recolecciones exhaustivas en varias regiones del país, en particular de aquellas que se encuentran en áreas complejas topográficamente con Bosque Mesófilo de Montaña, comunidades que son de distribución archipelágica o polipátrida en México y que permanecían poco exploradas hasta ese momento. Casi todas ellas en los estados con vértiente hacia el Golfo de México o hacia el Océano Pacífico. En todos los casos hemos efectuado estudios de distribución local y estacional de la fauna de papilionoideos, en sitios con gradientes de altitud, clima y vegetación, enmarcados dentro del conocimiento completo y actualizado de faunas estatales. Los productos de estos trabajos han sido colecciones bien curadas y con representación satisfactoria de su variabilidad (estacional y geográfica), bases de datos de centenas de miles de ejemplares y varias decenas de publicaciones que hemos efectuado, además de la formación de personal técnico y estudiantes posgraduados en esta especialidad.

Desde 1984 comenzamos la consulta y obtención de datos de ejemplares de Papilionoidea en museos y colecciones, en particular en los Estados Unidos; hemos puesto énfasis en las instituciones que albergan las colecciones más importantes o de mayor tradición, véase el Apéndice I de esta publicación. Simultáneamente hemos acopiado y examinado toda la literatura que sobre mariposas de México se haya publicado a la fecha. Trabajo de campo, con el examen de colecciones y de literatura, nos ha permitido conjuntar el acervo de

datos más completo para mariposas de México, el cual, gracias al apoyo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), estamos en perspectiva de disponer en medios electrónicos para su manejo ágil y expedito. Un servicio académico de gran valor para los colegas biólogos y la sociedad en general, resultado de un trabajo que requiere bastante tiempo, gran experiencia y conocimiento especializado; no obstante, este trabajo, a veces parece ser poco grato y escasamente reconocido por muchos científicos. Tal si fuera un mero esfuerzo técnico y rutinario.

Numerosas personas han participado con nosotros a lo largo de estos 22 años. Su colaboración en gran variedad de tareas cotidianas, técnicas o profesionales fue imprescindible para formar el acervo que es base de esta publicación. Varios estudiantes, colegas y trabajadores de distintos ramos o especialidades nos facilitaron su tiempo y esfuerzo a lo largo de estos años. Sin minimizar la participación de todos ellos reconocemos de modo destacado la ayuda y apoyo de Gerardo Lamas, Alma Garcés, Jorge Soberón, Gabriel Pérez Quezada, Keith Brown Jr., Richard Holland, Arthur M. Shapiro, Isolda Luna, Carmen Pozo, María Inés Vargas, Maribel Castillo, Eduardo González, Roberto De la Maza Elvira y Lamberto González Cota. Miguel Murguía, Alejandro Peláez, Carmen Navarro, Gabriel Legorreta y Carmen Donovarrós nos brindaron ayuda primordial en la elaboración de los mapas y en varios aspectos informáticos.

Los curadores de las colecciones consultadas siempre han sido un elemento humano fundamental para este tipo de trabajos, ellos nos facilitaron la consulta de colecciones y hemerobibliografía bajo su custodia: Dr. Frederick Rindge (American Museum of Natural History, Nueva York), Dr. Jerry Powell y Dr. John Chemsak (Colección "Essig" del Depto. de Ciencias Entomológicas, Universidad de California, campus Berkeley, California), Dr. John E. Rawlins (Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, Pennsylvania), Dr. David K. Faulkner y Dr. John W. Brown (San Diego Natural History

Museum, California), Dr. Paul Arnaud Jr. y Dr. Norman Penny (California Academy of Sciences, San Francisco, California), Dr. Brian V. Brown y Dr. Brian Harris (Los Angeles County Museum, California), Dr. Lee D. Miller (Museo Allyn de Entomología, Sarasota, Florida), Dr. Harry Brailovsky (Colección Entomológica del Instituto de Biología, UNAM, Cd. de México) y Dr. Robert K. Robbins (National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.). El apoyo de los directivos del Museo de Historia Natural de Hungría, en Budapest, también fue fundamental para que Pál János se incorporara a la obra desde 1989.

La Facultad de Ciencias a lo largo de estos 22 años financió, por muy variadas fuentes, gran parte de los recursos para trabajo de campo y gabinete, mantenimiento y alojamiento de la literatura y las colecciones.

Los proyectos DGAPA-IN 200394, DGAPA-IN 207995 y DGAPA-IN 211397 fueron muy importantes en diversas etapas de la terminación de esta obra. La CONABIO a través de sus proyectos fue determinante, incluyendo la publicación de estos resultados, ver adelante.

Para la ilustración científica contamos con el Proyecto México-Hungría: "Ilustración de Monografías de Rhopalocera de México" (CONACYT PP:

61401-16-4400-6000-9-09). La CONABIO apoyó los proyectos: "Papilionoidea de México. Parte I: Papilionidae y Pieridae" (FB042/PO63/93), "Papilionoidea de Veracruz" (FB029/AO25/93) y "Propuesta para la adquisición de una colección particular de Papilionoidea para el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias y su base de datos" (FB066/PO65/93), con los cuales alcanzamos parte de los resultados que aquí se publican.

El programa PADEP también apoyó viajes para que el autor principal de este trabajo y el artista-ilustrador completaran el trabajo de ilustración durante el lapso de 1989 a 1993, y con parte del proceso de edición de esta obra al proyecto PADEP-3004 (Biología Animal).

La CONABIO, a través del proyecto K040, nos brindó el apoyo mayor para esta publicación.

El presente trabajo constituye la primera parte del Atlas de los Papilionoidea de México, que continuará publicándose cuando contemos con las bases de datos aceptablemente completas y pulidas, así como las ilustraciones respectivas.

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN

Por autores diversos, con distinto énfasis, amplitud, profundidad, estilo, orientación y formato, a la fecha se han publicado varios artículos, folletos y libros sobre los Papilionidae de México. Desde los trabajos clásicos de Rothschild y Jordan (1906) y D'Almeida (1966), hasta algunos más recientes como los de autores nacionales, *v.gr.* De la Maza y Díaz (1979) y Beutelspacher (1984), ambas obras ofrecen datos de distribución generalizados e ilustran con distinto grado de calidad a las especies de esta familia; en uno la información y el formato son escuetos y en el otro son de difícil manejo. Ambos pretendían ser los primeros fascículos de una obra completa, pero lamentablemente sólo publicaron el primero de las series (Papilionidae), privándonos de una puesta al día de los lepidópteros papilionoideos de México en la década pasada. Así, respecto a Pieridae de México, excepto en Dismorphiinae (Lamas, 1979; Llorente, 1984; Llorente y Luis, 1988), y en Nymphalidae, Eurytelinae (De la Maza y Turrent, 1985), prácticamente no hay algo equivalente, con mapas e ilustraciones en color, además de los datos de áreas ocupadas o de distribución.

La obra más completa y reciente hasta ahora producida para los Papilionidae americanos, incluyendo México, con una intención biológica amplia y variada, es la de Tyler, Brown y Wilson (1994); aunque también se caracteriza por ser una obra de difícil acceso por su estilo, no obstante ofrece abundantes datos nuevos sobre estados juveniles de esta familia, así como un tratamiento filogenético más moderno y fotografías inéditas de gran valor ecológico y taxonómico, entre otros muchos aspectos.

El libro de Beutelspacher (1984), con Howe como ilustrador, es el único que presenta datos de distribución con mapas, pero éstos son incompletos e imprecisos, pues no fueron consultadas ni referidas muchas fuentes de datos importantes, *v.gr.*, Museo Americano de Historia

Natural (Fred. Rindge, com. pers.). Compárese con los Apéndices I (Lista de localidades georreferidas para Papilionidae y Pieridae de México) y IV (Mapas de las localidades o áreas ocupadas para Papilionidae y Pieridae de México) de este trabajo. Datos de distribución precisos y completos son fundamentales en la perspectiva contemporánea, datos georreferidos y tratados con instrumentos electrónicos dispuestos a un público amplio para diferentes propósitos, pero especialmente para hacer interpretaciones distribucionales o biogeográficas diversas y estudios comparativos con fines de análisis y conservación de la biodiversidad. Con este sentido, nuestro trabajo comprende a dos familias: Papilionidae y Pieridae.

Hemos visto innecesario repetir antecedentes sobre varios tópicos, consideramos que con la literatura que se ofrece en el Apéndice III (Hemerobibliografía de los Papilionidae y Pieridae de México), los lectores tienen más que suficiente para satisfacer sus intereses; no creemos que sea prudente redundar. Aquellos que tengan interés particular en trabajos de los autores de la presente obra, que pueden considerarse antecedentes relevantes, pueden consultar: Llorente & Luis (1993), Llorente *et al.* (1994) y Llorente *et al.* (1996), los tres son capítulos de libros que actualizan y complementan de modo sintético el conocimiento de los Papilionoidea de México. En tales publicaciones pueden advertirse listas, cuadros, gráficos y mapas de interés al tema tratado en este libro, además de aspectos históricos y biogeográficos de los papilionoideos, en general, de este país.

Aquellos lectores cuyos intereses estén orientados a trabajos regionales o estatales, sin tener necesidad de obtener las localidades georreferidas y mapas, y que además requieran algo más que Papilionidae y Pieridae, pueden consultar los trabajos siguientes: Luis y Llorente (1990), De la Maza y Gutiérrez (1992), Vargas, Llorente y Luis (1992), De la Maza y De la Maza (1993), Luis, Vargas y Llorente (1991, 1995), Vargas *et al.* (1996), Warren *et al.* (en prensa) y Díaz-Batres *et al.* (en prensa), sobre las faunas de mariposas del Valle de México, Quintana Roo,

Guerrero, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Colima y Durango, respectivamente.

La presente obra está arreglada en una sección sintética de resultados, las láminas que ilustran las especies de Papilionidae y Pieridae de México, el Apéndice VI, y cinco apéndices más; uno de ellos constituye el conjunto de mapas de áreas ocupadas o localidades geográficas para cada especie. La sección sintética de resultados comprende tres cuadros y varios gráficos o figuras; en uno de ellos se presentan números de ejemplares y especies de cada colección o museo y la bibliografía. Un segundo cuadro es una matriz de taxones por estados (registros, individuos y localidades), con sus totales correspondientes. El tercer cuadro representa una síntesis de las localidades más ricas en especies y ejemplares para ambas familias. Los gráficos expresan la riqueza o la abundancia en función del tiempo y autores, o bien el número de localidades o registros por especie, así como el número de ejemplares por especie en cada familia; así, estas figuras nos muestran visualmente y con facilidad aspectos importantes de los datos obtenidos.

Las láminas ilustran cada una de las especies e incluso algunas subespecies posiblemente nue-

vas que serán descritas y comentadas en trabajos posteriores; de hecho algunas ya han sido referidas en la literatura pero permanecen innominadas y sin describir.

Los apéndices conjuntan la información de Papilionidae y Pieridae de México de modo sistematizado. El Apéndice I es una lista de localidades para cada taxón, las cuales están georreferidas; el Apéndice II (Georreferencia de las localidades de Papilionidae y Pieridae de México) alista las localidades que se georreferirieron; el Apéndice III reúne la hemerobibliografía consultada e incluye la de las descripciones originales de los grupos del nivel específico; el Apéndice IV constituye el conjunto de mapas de áreas ocupadas de cada taxón; el Apéndice V (Localidades no georreferidas de Papilionidae y Pieridae de México) muestra las localidades que no pudieron georreferirse, que por comprender áreas de distribución (interpretaciones de datos) y localidades imprecisas o dudosas, no se pudieron expresar como "puntos" en los mapas.

SÍNTESIS DE RESULTADOS Y COMENTARIOS

Papilionidae y Pieridae de México: lista, cronología y autores

En este trabajo admitimos 181 subespecies de Papilionidae y Pieridae, las cuales se integran en 129 especies de 50 géneros pertenecientes a cinco subfamilias. Se omitieron otras subespecies aún no descritas ni denominadas, aunque se refieren en la literatura; no obstante, en *Catasticta* y *Rhabdo-dryas*, por ejemplo, se indican taxones innominados y no descritos que aquí se ilustran dentro de las 29 láminas que contienen a la gran mayoría de los taxones del nivel específico de ambas familias para México. La lista de tales taxones se ofrece a continuación; en ésta se indican áreas de proveniencia del tipo, ilustraciones y mapas de áreas ocupadas correspondientes a cada taxón. También se ilustran algunas de las posibles subespecies reconocidas en la literatura pero no se describen ni se denominan, ello se hará en una publicación posterior.

Se ha conservado la nomenclatura con los cambios mínimos en Papilionidae, siguiendo a Tyler, Brown y Wilson (1994); igualmente, para Pieridae seguimos la nomenclatura que hemos usado en trabajos faunísticos previos, v.gr. Luis, Vargas y Llorente (1991, 1995); Vargas *et al.* (1996).

Al graficar el tiempo *versus* el número de especies registradas para Papilionidae y Pieridae de México (Figura 1), puede advertirse que en los últimos 20 años son muy pocas las especies que se han descrito, el 2 o 3% del total solamente. La misma curva tiende a hacerse asintótica desde 1950, con una cota o límite en alrededor de 130 especies. Recuérdese que en los últimos 50 años la última especie de Papilionidae descubierta fue *Pterourus esperanza*. En general, la taxonomía de las dos familias estudiadas aquí se encuentra en un nivel bastante aceptable o completo respecto al conocimiento morfológico "grueso" o tradicional de las especies; tal vez sólo resta efectuar trabajos

más profundos en aspectos de variabilidad, distribución geográfica y reconocimiento preciso de las subespecies o razas geográficas que componen a cada especie, entre otros aspectos principales.

En la Figura 2 pueden advertirse los autores que fundamentalmente han contribuido con la descripción de nuevos taxones del nivel específico (especies y subespecies) de Papilionidae y Pieridae de México. La gran mayoría de los autores son extranjeros y excepto por los trabajos de Carlos Beutelspacher, Leonila Vázquez, Roberto y Javier De la Maza, Jorge Llorente y Armando Luis, no han habido nuevos descubrimientos y descripciones de taxones de ambas familias. En el siglo pasado y principio del actual, Boisduval, H.W. Bates, Godman & Salvin, Rothschild & Jordan y Doubleday, en conjunto estos siete autores, describieron y denominaron más del 50% de los taxones del nivel específico de Papilionidae y Pieridae. Otros datos sobre esto pueden consultarse en Llorente & Luis (1993).

PAPILIONIDAE

Baroniinae

1. *Baronia brevicornis brevicornis* Salvin, 1893. México: Guerrero. [Lám. 1: Figs. 1,2,4,5, Mapa 1]
2. *Baronia brevicornis rufodiscalis* J. Maza & J. White, 1987. México: Chiapas. [Lám. 1: Figs. 3,6, Mapa 1]

Papilioninae

3. *Battus philenor philenor* (Linnaeus, 1771). Estados Unidos de América. [Lám. 2: Figs. 2,3, Mapa 2]
4. *Battus philenor orsua* (Godman & Salvin, 1889). México. [Lám. 2: Fig. 4, Mapa 2]
5. *Battus philenor acauda* (Oberthür, 1880). México: Yucatán. [Lám. 2: Fig. 5, Mapa 2]
6. *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758). América. [Lám. 2: Fig. 1, Mapa 3]
7. *Battus laodamas iopas* (Godman & Salvin, 1897). México: Colima. [Lám. 3: Figs. 1,2, Mapa 4]
8. *Battus laodamas copanae* (Reakirt, 1863). Guatemala. [Lám. 3: Figs. 3,4, Mapa 4]
9. *Battus eracon* (Godman & Salvin, 1897). México: Colima. [Lám. 2: Figs. 6,8, Mapa 5]

- 10 *Battus ingenuus* (Dyar, 1907). México: Veracruz. [Lám. 3: Figs. 5,6, Mapa 5]
- 11 *Battus lycidas* (Cramer, 1777). Surinam. [Lám. 2: Fig. 7, Mapa 6]
- 12 *Parides alopius* (Godman & Salvin, 1890). México: Chihuahua; Durango. [Lám. 4: Figs. 1,2, Mapa 7]
- 13 *Parides photinus photinus* (Doubleday, 1844). México. [Lám. 5: Figs. 5,6, Mapa 8]
- 14 *Parides montezuma montezuma* (Westwood, 1842). México. [Lám. 5: Figs. 7,8, Mapa 9]
- 15 *Parides eurimedes mylotes* (H.W. Bates, 1861). Nicaragua. [Lám. 4: Figs. 11,12, Mapa 10]
- 16 *Parides sesostris zestos* (Gray, [1853]). Honduras. [Lám. 5: Figs. 9,10, Mapa 11]
- 17 *Parides panares panares* (Gray, [1853]). México. [Lám. 5: Figs. 1,2, Mapa 12]
- 18 *Parides panares lycimenes* (Boisduval, 1870). Costa Rica. [Lám. 5: Figs. 3,4, Mapa 12]
- 19 *Parides erithalion polyzelus* (C. Felder & R. Felder, 1865). México. [Lám. 4: Figs. 5,6,7,8, Mapa 13]
- 20 *Parides erithalion trichopus* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Guerrero. [Lám. 4: Figs. 9,10, Mapa 13]
- 21 *Parides iphidamas iphidamas* (Fabricius, 1793). [Lám. 4: Figs. 3,4, Mapa 14]
- 22 *Protographium marcellus marcellus* (Cramer, [1777]). Estados Unidos de América. [Lám. 6: Figs. 3,4]
- 23 *Protographium epidaus tepicus* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Jalisco; Nayarit. [Lám. 1: Fig. 9, Mapa 15]
- 24 *Protographium epidaus fenochionis* (Salvin & Godman, 1868). México: Oaxaca. [Lám. 1: Fig. 10, Mapa 15]
- 25 *Protographium epidaus epidaus* (Doubleday, 1846). México; Honduras. [Lám. 1: Fig. 7,8, Mapa 15]
- 26 *Protographium philolaus philolaus* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 6: Figs. 5,6,7, Mapa 16]
- 27 *Protographium agesilaus fortis* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Guerrero. [Lám. 6: Fig. 2, Mapa 17]
- 28 *Protographium agesilaus neosilaus* (Hopffer, 1865). México. [Lám. 6: Fig. 1, Mapa 17]
- 29 *Protographium dioxippus lacandones* (H.W. Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 7: Fig. 3, Mapa 18]
- 30 *Protographium calliste calliste* (H.W. Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 7: Fig. 2, Mapa 19]
- 31 *Protographium thyastes marchandi* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 7: Fig. 4, Mapa 20]
- 32 *Protographium thyastes occidentalis* (R.G. Maza, 1982). México: Guerrero. [Lám. 7: Fig. 5, Mapa 20]
- 33 *Eurytides salvini* (H.W. Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 7: Fig. 1, Mapa 21]
- 34 *Protesilaus macrosilaus penthesilaus* (C. Felder & R. Felder, 1865). México. [Lám. 8: Figs. 1,2, Mapa 22]
- 35 *Mimoides thymbraeus thymbraeus* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 8: Figs. 3,4, Mapa 23]
- 36 *Mimoides thymbraeus aconophos* (Gray, [1853]). México: Puebla. [Lám. 8: Fig. 5, Mapa 23]
- 37 *Mimoides ilus branchus* (Doubleday, 1846). Honduras. [Lám. 9: Figs. 1,2,3,6,7, Mapa 24]
- 38 *Mimoides ilus occiduus* (Vázquez, 1956). México: Guerrero. [Lám. 9: Figs. 4,5, Mapa 24]
- 39 *Mimoides phaon phaon* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 9: Figs. 8,9,10,11, Mapa 25]
- 40 *Priamides pharnaces* (Doubleday, 1846). Sudamérica. [Lám. 10: Figs. 1,2, Mapa 26]
- 41 *Priamides rogeri* (Boisduval, 1836). México: Yucatán. [Lám. 10: Fig. 8, Mapa 26]
- 42 *Priamides erosiratus erostratinus* (Vázquez, 1947). México: Puebla. [Lám. 10: Figs. 3,4, Mapa 27]
- 43 *Priamides erostratus vazquezae* (Beutelspacher, 1986). México: Guerrero. [Lám. 10: Figs. 9,10, Mapa 27]
- 44 *Priamides erostratus erostratus* (Westwood, 1847). Centroamérica. [Lám. 10: Figs. 5,6, Mapa 27]
- 45 *Priamides anchisiadze idaeus* (Fabricius, 1793). "Madras". [Lám. 10: Figs. 7,11, Mapa 28]
- 46 *Troilides torquatus mazai* (Beutelspacher, 1974). México: Jalisco. [Lám. 11: Fig. 1, Mapa 29]
- 47 *Troilides torquatus tolus* (Godman & Salvin, 1890). México: Tamaulipas. [Lám. 11: Fig. 2,3, Mapa 29]
- 48 *Calaides ornythion ornythion* (Boisduval, 1836). México: Yucatán. [Lám. 11: Figs. 4,5,6,7, Mapa 30]
- 49 *Calaides astyalus bajaensis* (J.W. Brown & Faulkner, 1992). México: Baja California Sur. [Lám. 11: Fig. 8,9, Mapa 31]
- 50 *Calaides astyalus pallas* (Gray, [1853]). México. [Lám. 11: Fig. 10,11, Mapa 31]

- 51 *Calaides androgeus epidaureus* (Godman & Salvin, 1890). México: Veracruz. [Lám. 12: Figs. 1,2,4,5, Mapa 32]
- 52 *Heraclides thoas autocles* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Guerrero. [Lám. 12: Fig. 3, Mapa 33]
- 53 *Heraclides crespontes* (Cramer, 1777). Estados Unidos de América. [Lám. 12: Fig. 6, Mapa 34]
- 54 *Papilio indra pergamus* H. Edwards, 1874. Estados Unidos de América: California. [Lám. 13: Fig. 1, Mapa 35]
- 55 *Papilio machaon bairdii* W.H. Edwards, 1869. Estados Unidos de América: Arizona. [Lám. 13: Figs. 2, 3]
- 56 *Papilio zelicaon zelicaon* (Lucas, 1852). Estados Unidos de América: California. [Lám. 13: Fig. 4, Mapa 37]
- 57 *Papilio polyxenes coloro* Wright, 1905. Estados Unidos de América: California. [Lám. 13: Fig. 5, Mapa 36]
- 58 *Papilio polyxenes asterius* Cramer, 1782. Estados Unidos de América: Nueva York. [Lám. 13: Figs. 6,7,8,9,10,11, Mapa 36]
- 59 *Pterourus esperanza* (Beutelspacher, 1975). México: Oaxaca. [Lám. 15: Figs. 5,6, Mapa 37]
- 60 *Pterourus pilumnus* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 15: Fig. 4, Mapa 38]
- 61 *Pterourus palamedes leontis* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Nuevo León. [Lám. 15: Fig. 3, Mapa 39]
- 62 *Pterourus glaucus alexiars* (Hopffer, 1865). México. [Lám. 14: Fig. 5,6, Mapa 40]
- 63 *Pterourus glaucus garcia* (Rothschild & Jordan, 1906). México: San Luis Potosí. [Lám. 14: Figs. 4, Mapa 40]
- 64 *Pterourus rutulus* (Lucas, 1852). Estados Unidos de América: California. [Mapa 38]
- 65 *Pterourus eurymedon* (Lucas, 1852). Estados Unidos de América: California. [Lám. 14: Fig. 1, Mapa 39]
- 66 *Pterourus multicaudatus* (Kirby, 1884). México. [Lám. 15: Figs. 1,2, Mapa 41]
- 67 *Pyrrhosticta garamas garamas* (Geyer, [1829]). México. [Lám. 16: Figs. 1,2,4,5, Mapa 42]
- 68 *Pyrrhosticta abderus abderus* (Hopffer, 1856). México. [Lám. 17: Figs. 1,2, Mapa 43]
- 69 *Pyrrhosticta abderus baroni* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Guerrero. [Lám. 16: Fig. 3, Mapa 43]
- 70 *Pyrrhosticta abderus electryon* (H.W. Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 16: Fig. 6, Mapa 43]
- 71 *Pyrrhosticta victorinus victorinus* (Doubleday, 1844). América. [Lám. 17: Figs. 6,7,9, Mapa 44]
- 72 *Pyrrhosticta victorinus morelius* (Rothschild & Jordan, 1906). México: Guerrero. [Lám. 17: Figs. 3,4,5,8, Mapa 44]

PIERIDAE

Dismorphiinae

- 73 *Pseudopieris nehemia irma* Lamas, 1979. Guatemala. [Lám. 18: Fig. 1, Mapa 45]
- 74 *Enantia lina marion* Godman & Salvin, 1889. Nicaragua. [Lám. 18: Figs. 4,5, Mapa 46]
- 75 *Enantia lina* ssp [Lám. 18: Figs. 2,3, Mapa 46]
- 76 *Enantia albania albania* (Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 18: Figs. 6,7, Mapa 47]
- 77 *Enantia jethys* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 18: Figs. 10,11, Mapa 48]
- 78 *Enantia mazai mazai* Llorente, 1984. México: Veracruz. [Lám. 18: Figs. 8,9, Mapa 49]
- 79 *Enantia mazai diazi* Llorente, 1984. México: Nayarit. [Lám. 18: Figs. 12,13, Mapa 49]
- 80 *Lieinix lala lala* Godman & Salvin, 1889. Guatemala. [Lám. 18: Figs. 14,15, Mapa 50]
- 81 *Lieinix lala turrenti* J. Maza & R.G. Maza, 1984. México: Chiapas. [Lám. 18: Figs. 16,17, Mapa 50]
- 82 *Lieinix neblina* J. Maza & R.G. Maza, 1984. México: Guerrero. [Lám. 18: Figs. 22,23, Mapa 50]
- 83 *Lieinix nemesis atthis* (Doubleday, 1842). México. [Lám. 18: Figs. 20,21, Mapa 51]
- 84 *Lieinix nemesis nayaritensis* Llorente, 1984. México: Nayarit. [Lám. 18: Figs. 18,19, Mapa 51]
- 85 *Dismorphia amphiona lupita* Lamas, 1979. México: Nayarit. [Lám. 19: Figs. 13,16, Mapa 52]
- 86 *Dismorphia amphiona isolda* Llorente, 1984. México: Oaxaca. [Lám. 19: Figs. 7,10, Mapa 52]
- 87 *Dismorphia amphiona praxinoe* (Doubleday, 1844). México. [Lám. 19: Figs. 1,4, Mapa 52]
- 88 *Dismorphia crisis virgo* (Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 19: Figs. 2,3, Mapa 53]
- 89 *Dismorphia crisis alvarezii* J. Maza & R.G. Maza, 1984. México: Chiapas. [Lám. 19: Figs. 5,6, Mapa 53]
- 90 *Dismorphia eunoe eunoe* (Doubleday, 1844). México: Oaxaca. [Lám. 19: Figs. 14,15, Mapa 54]
- 91 *Dismorphia eunoe popoluca* Llorente & Luis, 1988. México: Veracruz. [Lám. 19: Figs. 11,12, Mapa 54]

- 92 *Dismorphia eunoe chamula* Llorente & Luis, 1988. México: Chiapas. [Lám. 19: Figs. 8,9, Mapa 54]
 93 *Dismorphia theucharila fortunata* (Lucas, 1854). México: Tabasco. [Lám. 19: Figs. 17,18, Mapa 55]

Coliadinae

- 94 *Colias alexandra harfordii* H. Edwards, 1877. Estados Unidos de América: California. [Lám. 23: Figs. 10,15, Mapa 57]
 95 *Colias eurytheme* Boisduval, 1852. México. [Lám. 23: Figs. 8,9,13,14, Mapa 56]
 96 *Colias philodice philodice* Godart, 1819. Estados Unidos de América: Virginia. [Lám. 23: Figs. 18,19, Mapa 58]
 97 *Colias philodice guatemalena* Röber, 1909. Guatemala. [Lám. 23: Figs. 20,21, Mapa 58]
 98 *Zerene cesonia cesonia* (Stoll, 1791). Estados Unidos de América: Georgia. [Lám. 21: Fig. 14, Mapa 59]
 99 *Zerene eurydice* (Boisduval, 1855). Estados Unidos de América: California. [Mapa 60]
 100 *Anteos clorinde nivifera* (Frühstorfer, 1907). Honduras. [Lám. 21: Fig. 11, Mapa 61]
 101 *Anteos maerula lacordairei* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 21: Fig. 6, Mapa 62]
 102 *Phoebis agarithe agarithe* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 20: Figs. 5,8, Mapa 63]
 103 *Phoebis agarithe fisheri* (H. Edwards, 1883). México: Baja California Sur. [Mapa 63]
 104 *Phoebis argante argante* (Fabricius, 1775). México: Guerrero. [Lám. 20: Figs. 9,12, Mapa 64]
 105 *Phoebis neocypris virgo* (Butler, 1870). México: Oaxaca. [Lám. 20: Figs. 1,2, Mapa 65]
 106 *Phoebis philea philea* (Linnaeus, 1763). Indii. [Lám. 20: Figs. 6,7, Mapa 66]
 107 *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777). Surinam. [Lám. 20: Figs. 3,4, Mapa 67]
 108 *Prestonia clarki* Schaus, 1920. México: Sinaloa. [Lám. 21: Fig. 3, Mapa 68]
 109 *Rhabdodryas trite* ssp México. [Lám. 20: Figs. 10,11, Mapa 69]
 110 *Aphrissa boisduvalii* (C. Felder & R. Felder, 1861). Colombia. ?
 111 *Aphrissa statira jada* (Butler, 1870). Guatemala. [Lám. 21: Figs. 1,2, Mapa 70]
 112 *Abaeis nicippe* (Cramer, 1780). Estados Unidos de América: Virginia. [Lám. 22: Figs. 22,23, Mapa 71]
 113 *Pyrisitia dina westwoodi* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 22: Figs. 12,13, Mapa 72]
 114 *Pyrisitia lisa centralis* (Herrich-Schäffer, 1864). Guatemala. [Lám. 22: Figs. 20,21, Mapa 73]
 115 *Pyrisitia nise nelphe* (R. Felder, 1869). México: Veracruz. [Lám. 22: Figs. 14,15, Mapa 74]
 116 *Pyrisitia proterpia proterpia* (Fabricius, 1775). Jamaica. [Lám. 22: Figs. 18,19, Mapa 75]
 117 *Eurema agave millerorum* Llorente & Luis, 1987. México: Tabasco. [Lám. 22: Fig. 3, Mapa 76]
 118 *Eurema albulata celata* (R. Felder, 1869). México: Veracruz. [Lám. 22: Figs. 1,2, Mapa 77]
 119 *Eurema boisduvaliana* (C. Felder & R. Felder, 1865). México. [Lám. 22: Figs. 8,9, Mapa 78]
 120 *Eurema daira* (Godart, 1819). México: Morelos. [Lám. 22: Figs. 16,17, Mapa 79]
 121 *Eurema mexicana mexicana* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 22: Figs. 4,5, Mapa 80]
 122 *Eurema salome jamapa* (Reakirt, 1866). México: Veracruz. [Lám. 22: Figs. 10,11, Mapa 81]
 123 *Eurema xantochlora xantochlora* (Kollar, 1850). New Granada. [Lám. 22: Figs. 6,7, Mapa 82]
 124 *Nathalis iole* Boisduval, 1836. México. [Lám. 22: Figs. 24,25, Mapa 83]
 125 *Kricogonia lyside* (Godart, 1819). [Lám. 21: Figs. 4,5, Mapa 84]

Pierinae

- 126 *Anthocharis cethura cethura* C. Felder & R. Felder, 1865. Estados Unidos de América: California. [Lám. 23: Figs. 11,12, Mapa 85]
 127 *Anthocharis cethura pima* W.H. Edwards, 1888. Estados Unidos de América: Arizona. [Lám. 23: Figs. 16,17, Mapa 85]
 128 *Anthocharis sara sara* Lucas, 1852. Estados Unidos de América: California. [Mapa 86]
 129 *Anthocharis sara inghami* Gunder, 1932. Estados Unidos de América: Arizona. [Lám. 23: Figs. 3,4, Mapa 86]
 130 *Paramidea lanceolata* Lucas, 1852. Estados Unidos de América: California. [Lám. 23: Figs. 6,7, Mapa 87]
 131 *Paramidea limonea* (Butler, 1871). México. [Lám. 23: Figs. 1,2, Mapa 87]
 132 *Euchloe guaymasensis* Opler, 1987. México: Sonora. [Lám. 23: Fig. 5, Mapa 88]
 133 *Euchloe hyantis hyantis* (W.H. Edwards, 1871). Estados Unidos de América: California. [Lám. 23: Fig. 22, Mapa 88]

- 134 *Euchloe hyantis lotta* Beutenmüller, 1898. Estados Unidos de América: Arizona; Colorado. [Lám. 23: Fig. 23, Mapa 88]
- 135 *Hesperocharis costaricensis pasion* (Reakirt, [1867]). México: Veracruz. [Lám. 21: Figs. 8,10, Mapa 89]
- 136 *Hesperocharis crocea crocea* Bates, 1866. Costa Rica. [Lám. 21: Fig. 13, Mapa 90]
- 137 *Hesperocharis crocea jaliscana* Schaus, 1898. México: Jalisco. [Lám. 21: Fig. 12, Mapa 90]
- 138 *Hesperocharis graphites graphites* Bates, 1864. Guatemala. [Lám. 21: Fig. 7, Mapa 91]
- 139 *Hesperocharis graphites avivolans* (Butler, 1865). México: Oaxaca. [Lám. 21: Fig. 9, Mapa 91]
- 140 *Eucheira socialis socialis* Westwood, 1834. México. [Lám. 24: Figs. 1,2, Mapa 92]
- 141 *Eucheira socialis westwoodi* Beutelspacher, 1984. México: Durango. [Lám. 24: Figs. 3,4,5, Mapa 92]
- 142 *Neophasia terlooii* Behr, 1869. México: Durango. [Lám. 24: Figs. 6,7,8, Mapa 93]
- 143 *Archonias brassolis aproximata* (Butler, 1873). Guatemala. [Lám. 27: Figs. 3,6, Mapa 94]
- 144 *Charonias theano nigrescens* (Salvin & Godman, 1868). Guatemala. [Lám. 27: Figs. 9,12, Mapa 95]
- 145 *Catasticta flisa flisa* (Herrich-Schäffer, [1858]). México. [Lám. 25: Figs. 11,15, Mapa 96]
- 146 *Catasticta flisa oaxaca* Beutelspacher, 1986. México: Oaxaca. [Lám. 25: Figs. 3,7, Mapa 96]
- 147 *Catasticta flisella* Reissinger, 1972. Guatemala. [Lám. 25: Figs. 4,8, Mapa 97]
- 148 *Catasticta* sp1. México: Durango. [Lám. 25: Figs. 13,14, Mapa 97]
- 149 *Catasticta nimbice nimbice* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 25: Figs. 1,2, Mapa 98]
- 150 *Catasticta ochracea ochracea* (Bates, 1864). Guatemala. [Lám. 25: Figs. 9,10, Mapa 99]
- 151 *Catasticta ochracea* ssp [Lám. 25: Figs. 5,6, Mapa 99]
- 152 *Catasticta teutila teutila* (Doubleday, 1847). México. [Lám. 26: Figs. 1,2, Mapa 100]
- 153 *Catasticta teutila* ssp1. México: Guerrero. [Lám. 26: Figs. 3,4, Mapa 100]
- 154 *Catasticta teutila flavifaciata* Beutelspacher, 1986. México: Oaxaca. [Lám. 26: Figs. 5,6, Mapa 100]
- 155 *Catasticta teutila* ssp2. México: Chiapas. [Lám. 26: Figs. 7,8, Mapa 100]
- 156 *Catasticta* sp2. México: Oaxaca; Chiapas. [Lám. 25: Figs. 12,16]
- 157 *Pereute charops charops* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 27: Figs. 7,8, Mapa 101]
- 158 *Pereute charops leonilae* Llorente, 1986. México: Nayarit. [Lám. 27: Figs. 1,2, Mapa 101]
- 159 *Pereute charops nigricans* Joicey & Talbot, 1928. Guatemala. [Lám. 27: Figs. 10,11, Mapa 101]
- 160 *Pereute charops sphocra* Draudt, 1931. México: Guerrero. [Lám. 27: Figs. 4,5, Mapa 101]
- 161 *Melete lycimnia isandra* (Boisduval, 1836). México. [Mapa 102]
- 162 *Melete polyhymnia florinda* (Butler, 1875). Panamá. [Mapa 103]
- 163 *Melete polyhymnia serrana* R.G. Maza, 1984. México: Oaxaca. [Mapa 103]
- 164 *Glutophrissa drusilla tenuis* (Lamas, 1981). Perú. [Lám. 28: Figs. 7,8, Mapa 104]
- 165 *Pieris rapae rapae* (Linnaeus, 1758). Suecia. [Lám. 24: Figs. 9,10, Mapa 105]
- 166 *Pontia beckeri* (W.H. Edwards, 1871). Estados Unidos de América: Nevada. [Lám. 24: Figs. 17,18, Mapa 106]
- 167 *Pontia protodice* (Boisduval & LeConte, 1829). Estados Unidos de América: Nueva York; Connecticut. [Lám. 24: Figs. 13,14, Mapa 107]
- 168 *Pontia sisymbrii sisymbrii* (Boisduval, 1852). Estados Unidos de América: California. [Lám. 24: Figs. 11,12, Mapa 106]
- 169 *Leptophobia aripa elodia* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 24: Figs. 15,16, Mapa 108]
- 170 *Itaballia demophile centralis* Joicey & Talbot, 1928. Guatemala. [Lám. 28: Figs. 15,16, Mapa 109]
- 171 *Itaballia pandosia kicaha* (Reakirt, 1863). Honduras. [Lám. 28: Figs. 17,18, Mapa 110]
- 172 *Pieriballia viardi viardi* (Boisduval, 1836). México. [Lám. 28: Figs. 11,12,14 Mapa 111]
- 173 *Pieriballia viardi laogore* (Godman & Salvin, 1889). México: Guerrero; Oaxaca. [Mapa 111]
- 174 *Perrhybris pamela chajulensis* J. Maza & R.G. Maza, 1989. México: Chiapas. [Lám. 23: Figs. 24,25, Mapa 112]
- 175 *Perrhybris pamela mapa* J. Maza & R.G. Maza, 1989. México: Chiapas. [Mapa 112]
- 176 *Ascia monuste monuste* (Linnaeus, 1764). *Exeteris terris*. [Lám. 28: Figs. 9,10, Mapa 113]
- 177 *Ascia monuste raza* Klots, 1930. México: Baja California Sur. [Lám. 28: Fig. 13, Mapa 113]
- 178 *Ganyra howarthi howarthi* (Dixey, 1915). México: Baja California Sur. [Mapa 114]
- 179 *Ganyra howarthi kuschei* (Schaus, 1920). México: Sinaloa. [Lám. 28: Figs. 3,4, Mapa 114]

- 180 *Ganyra josephina josepha* (Salvin & Godman, 1868). Guatemala; México. [Lám. 28: Figs. 1,2, Mapa 115]
- 181 *Ganyra phaloe tiburtia* (Frühstorfer, 1907). Guatemala. [Lám. 28: Figs. 5,6, Mapa 116]

? (110) Se duda de su existencia en México

Cuadro 2b. Distribución geográfica por estados de Papilionidae y Pieridae de México

TAXON	NAY			NL			OAX			PUE			QRO			QROO			SIN			SLP			SON			TAB			TAMPS			TLAX			VER			YUC			ZAC			TOTALES			
	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	REG	IND	LOC	
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>							13	13	6	6	7	4	1	1	1																									203	241	45							
<i>Eucheira socialis socialis</i>							5	5	3																																	90	126	30					
<i>Eucheira socialis westwoodi</i>																																											14	25	8				
<i>Neophasia terioii</i>				2	2	2																																					21	34	10				
<i>Archonias brassolis aproximata</i>							14	19	7							1																											89	127	29				
<i>Charonias theano nigrescens</i>							9	15	5																																		37	45	19				
<i>Catacticta flisa flisa</i>	3	4	2				10	12	8	23	23	4	1	1	1																												434	503	93				
<i>Catacticta flisa oaxaca</i>							93	93	7																																			93	93	7			
<i>Catacticta flisella</i>										6	6	2																																29	29	5			
<i>Catacticta sp1</i>																																												27	27	3			
<i>Catacticta nimbece nimbece</i>				15	19	6	16	17	9	23	25	8	12	12	3																													966	1069	148			
<i>Catacticta ochracea ochracea</i>																																													37	38	15		
<i>Catacticta ochracea asp</i>																																												58	61	8			
<i>Catacticta teutlia teutlia</i>										4	4	1	7	7	1																													406	424	43			
<i>Catacticta teutlia asp1</i>																																													27	27	12		
<i>Catacticta teutlia flavifaciata</i>							64	71	10																																			64	71	10			
<i>Catacticta teutlia asp2</i>																																													84	71	10		
<i>Pereute charops charops</i>							11	17	4	103	197	3																																	258	395	39		
<i>Pereute charops leonilae</i>	58	77	5																																										67	93	11		
<i>Pereute charops nigricans</i>																																													46	60	18		
<i>Pereute charops sphocra</i>							2	2	2																																				29	40	7		
<i>Melete lycimnia isandra</i>	6	29	3				17	18	6	30	55	6	1	1	1																														303	432	119		
<i>Melete polyhymnia florinda</i>																																													4	4	2		
<i>Melete polyhymnia serrana</i>							6	7	2																																				6	7	2		
<i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>	12	12	9	13	13	10	24	26	11	16	29	6	1	1	1	5	5	2	15	18	6	39	39	26																					392	617	184		
<i>Pieris rapae rapae</i>	1	1	1	8	8	3																																								100	139	46	
<i>Pontia beckeri</i>																																														22	26	10	
<i>Pontia protodice</i>	2	2	1	34	36	19	2	2	1	13	25	5	8	8	2																														435	732	234		
<i>Pontia sisymbrii sisymbrii</i>																																														15	24	8	
<i>Leptophobia aripa elodia</i>	1	1	1	8	8	6	15	19	11	19	30	11	13	13	2																															649	731	170	
<i>Itaballia demophile centralis</i>							48	70	12	11	22	5																																		174	245	64	
<i>Itaballia pandosia kicaha</i>							22	37	9																																					59	101	22	
<i>Pierballia viardi viardi</i>				1	1	1	21	27	9	47	82	10																																			310	444	103
<i>Pierballia viardi laogore</i>	32	54	6				8	8	4																																						130	195	34
<i>Perrythynis pamela chajuilensis</i>							1	1	1																																					20	24	7	
<i>Perrythynis pamela mapa</i>																																															12	18	3
<i>Ascia monuste monuste</i>	23	23	8	15	15	11	55	78	24	32	51	12	2	2	2	8	12	3	52	70	19	59	63	29	13	15	7	62	62	12	25	32	17											682	877	281			
<i>Ascia monuste raza</i>																																															217	493	61
<i>Ganyra howarthi howarthi</i>																																															128	225	55
<i>Ganyra howarthi kuschei</i>																																															23	34	15
<i>Ganyra josephina josepha</i>	17	68	7	2	2	2	28	37	17	2	2	2	1	1	1																															337	518	150	
<i>Ganyra phaloe tiburtia</i>							2	2	2	17	34	3																																			28	45	13
TOTALES	885	1217	79	527	666	67	2486	3629	153	1808	2985	47	180	191	10	223	258	48	728	1000	102	2480	2063	78	385	457	82	781	995	19	857	1327	64	3	13	2	10224	12961	238	1324	2478	27	38	69	13				

Nota: La sigla REG representa uno o varios ejemplares recolectados en el mismo lugar y en la misma fecha, IND el número de individuos y LOC el número de localidades.

Cuadro 3. Localidades más ricas en especies de Papilionidae y Pieridae

ESTADO	LOCALIDAD	ESPECIES	PAPILIONIDAE	PIERIDAE	EJEMPLARES
VER	Presidio	78	30	48	455
VER	Jalapa	74	28	46	1076
VER	Córdoba	71	31	40	603
VER	Laguna de Catemaco	67	27	40	384
CHIS	Santa Rosa, Comitán	65	24	41	413
PUE	Tequezquitta	63	26	37	1082
PUE	Barranca de Patla	61	28	33	416
VER	Teocelo	61	23	38	1915
PUE	La Ceiba	60	26	34	629
VER	Fortín de Las Flores	60	23	37	617
SLP	Palitla	59	19	40	266
SLP	Tamazunchale	59	20	39	276
VER	Orizaba	59	24	35	243
SLP	Coñe Viejo	58	19	39	58
SLP	Xilitla	58	19	39	115
VER	Cerro El Vigía	58	29	29	466
CHIS	Chajul	57	26	31	126
SLP	Axtla	57	18	39	59
SLP	Chapulhuacán	57	18	39	60
SLP	Huichihuayán	57	18	39	59
SLP	Tamán	57	18	39	59
OAX	Chiltepec	56	27	29	457
VER	Dos Amates	56	27	29	277
OAX	Metates, Sierra de Juárez	55	20	35	229
SLP	El Salto	54	19	35	89
GRO	Acahuizotla	52	20	32	237
SLP	Tamasopo	51	17	34	56
MOR	Tepoztlán	50	24	26	342
OAX	San Martín Soyolapan	48	21	27	136
CHIS	San Jerónimo, Tacaná	47	14	33	157
MOR	Cuernavaca	47	18	29	371
OAX	Ciudad de Oaxaca	47	24	23	72
VER	Tapalapan	47	20	27	297
OAX	Naranja, Chiltepec	46	20	26	339
VER	Tejería	46	14	32	921
COL	Colima	45	19	26	437
SLP	Valles	45	15	30	122
CHIS	Mapastepec	44	19	25	102
HGO	Jacala	44	14	30	192
OAX	Candelaria	44	18	26	201
SLP	Micos	44	16	28	51
VER	Veracruz	44	22	22	86
OAX	Jacatepec	43	19	24	138
SLP	El Mante	43	15	28	44
SLP	Tamuín	43	15	28	49
SLP	Taninul	43	15	28	43
TAMPS	Antiguo Morelos	43	15	28	55

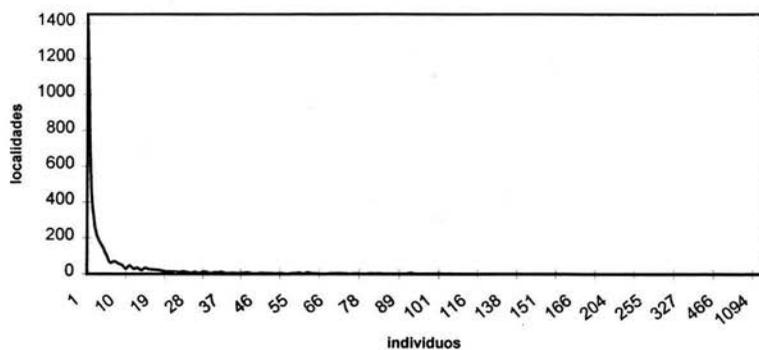


Figura 2.1 Intensidad de muestreo: número de localidades contra número de individuos

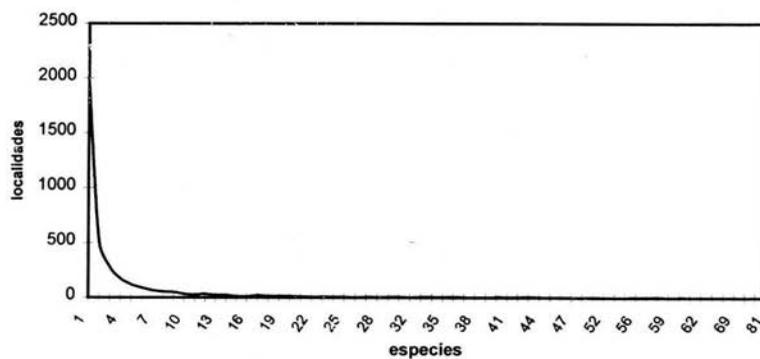


Figura 2.2 Intensidad de muestreo: número de localidades contra número de especies

CUADRO 2.1
CONDICIONES ECOGEOGRÁFICAS DE LAS LOCALIDADES MÁS RICAS EN ESPECIES DE PAPILÓNIDOS Y PIÉRIDOS

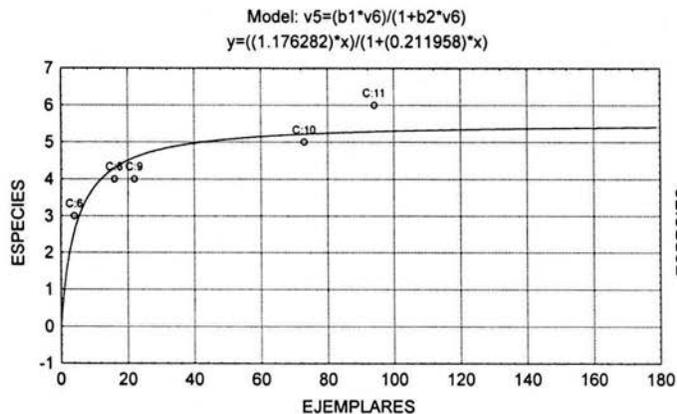
EDO	LOCALIDAD	ESPECIES	papilos	piéridos	IND	REG	latitud	longitud	VEGETACIÓN	CUENCAS	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA	ALTITUD
VER	Presidio	78	30	48	462	49	19.06568	-96.93472	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Jamapa	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	300-350
VER	Jalapa	73	27	46	1098	82	19.51368	-96.7924	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Actopan	1500 a 2000 mm	CALIDA	1250-1500
VER	Córdoba	69	29	40	621	59	18.84968	-96.89176	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Jamapa	2000 a 2500 mm	CALIDA	530-1000
VER	Laguna de Catemaco	65	27	38	490	344	18.40336	-95.10776	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Laguna Catemaco	1500 a 2000 mm	CALIDA	50-1130
PUE	Tequezquite	63	26	37	1096	108	20.25484	-97.85248	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Tecoluitla	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	450-650
CHI	Santa Rosa, Comitán	62	23	39	417	138	16.46736	-92.22568	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Comitán	1200 a 1500 mm	TEMPLADA	1250
PUE	Barranca de Patia	61	28	33	444	43	20.2254	-97.8522	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Tecoluitla	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	225-900
VER	Teocelo	61	23	38	1918	252	19.368	-96.93304	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio La Antigua	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	800-1250
PUE	La Ceiba	60	26	34	645	147	20.37444	-97.84264	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Cazonos	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	225-350
VER	Fortín de Las Flores	60	23	37	656	135	18.864	-97.00168	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Blanco	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	533-1010
SLP	Tamazunchale	59	20	39	298	164	21.25768	-98.76208	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	133-2400
SLP	Palitla	59	19	40	280	273	21.272	-98.752	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	100-2400
VER	Orizaba	58	23	35	255	26	18.81512	-97.10104	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Blanco	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	66-1200
SLP	Coñe Viejo	58	19	39	58	1	21.05304	-99.10104	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Panuco	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	500-2400
SLP	Xilitla	58	19	39	121	80	21.3764	-98.95072	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Panuco	2000 a 2500 mm	CALIDA	140-2400
VER	Cerro El Vigía	57	28	29	410	140	18.43704	-95.33512	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	1500 a 2000 mm	CALIDA	100-940
SLP	Huichihuayan	57	18	39	59	2	21.46312	-98.93136	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	500-2400
SLP	Axtla	57	18	39	59	2	21.41852	-98.83704	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	500-2400
SLP	Chapulhuacán	57	18	39	60	9	21.15156	-98.86652	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Panuco	2000 a 2500 mm	CALIDA	500-2400
SLP	Tamán	57	18	39	59	4	21.21808	-98.84208	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	500-2400
VER	Dos Amates	56	27	29	283	60	18.4724	-95.0564	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Laguna Catemaco	mas de 4000 mm	CALIDA	50-400
CHI	Chajul	56	25	31	128	70	16.11536	-90.89008	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Grijalva	2000 a 2500 mm	CALIDA	100-150
SLP	El Salto	54	19	35	89	30	22.66104	-100.37304	MATORRAL XEROFILO	Rio Panuco	400 a 800 mm	SEMICALIDA	360-2400
OAX	Chiltepec	53	25	28	456	52	17.91196	-96.16504	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2500 a 4000 mm	CALIDA	10-1166
OAX	Metates, Sierra de Juárez	53	19	34	226	136	17.66636	-96.31352	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Papaloapan	2500 a 4000 mm	SEMICALIDA	900
GRO	Acahuzotia	52	20	32	226	30	17.34608	-99.448	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Papagayo	1200 a 1500 mm	SEMICALIDA	ND
SLP	Tamasopo	51	17	34	56	6	21.88336	-99.3764	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	500-1000
MOR	Tepeztlán	48	22	26	348	140	18.944	-99.096	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Balsas	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1600-1800
VER	Tapalapan	47	20	27	306	90	18.512	-95.28968	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2000 a 2500 mm	CALIDA	300-600
CHI	San Jerónimo, Tacaná	47	14	33	163	72	15.03872	-92.0898	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2000 a 2500 mm	CALIDA	450-1166
OAX	San Martín Soyalapan	46	19	27	195	104	17.66776	-96.26608	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2500 a 4000 mm	SEMICALIDA	300-760
MOR	Cuernavaca	46	18	28	406	66	18.89936	-99.22144	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Balsas	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1500-1633
VER	Tejería	46	14	32	921	27	19.35872	-96.89008	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio La Antigua	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	600-1320
OAX	Ciudad de Oaxaca	45	22	23	74	18	17.05808	-96.69136	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Verde	600 a 800 mm	SEMICALIDA	ND
COL	Coima	45	19	26	446	45	19.23072	-92.10368	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Coahuayana	800 a 1200 mm	CALIDA	500
SLP	Valles	45	15	30	144	17	22.016	-99.05808	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Panuco	800 a 1200 mm	CALIDA	500-2400
VER	Veracruz	44	22	22	89	98	19.18104	-96.13472	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio La Antigua	1500 a 2000 mm	CALIDA	0-50
OAX	Naranjal, Chiltepec	44	19	25	330	76	17.85248	-96.11984	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2500 a 4000 mm	CALIDA	50-170
OAX	Candelaria	44	18	26	208	114	15.8884	-96.4724	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Barra Coyula	1500 a 2000 mm	CALIDA	350-1000
SLP	Micos	44	16	28	51	4	22.10944	-99.15576	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	500-2400
HGO	Jacala	44	14	30	208	18	21.00504	-99.18104	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Panuco	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1000-2400
CHI	Mapastepec	43	19	24	102	21	15.4244	-92.85808	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Rio Suchiate	2500 a 4000 mm	CALIDA	ND
SLP	Tamulín	43	15	28	49	6	22.00336	-98.74776	BOSQUE ESPINOSO	Rio Panuco	800 a 1200 mm	CALIDA	500-2400
SLP	Taninul	43	15	28	43	1	21.9016	-98.85528	BOSQUE ESPINOSO	Rio Panuco	800 a 1200 mm	CALIDA	500-2400
SLP	El Mante	43	15	28	44	4	21.6644	-98.848	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Panuco	1200 a 1500 mm	CALIDA	500-2400
TAM	Antiguo Morelos	43	15	28	60	6	22.51872	-99.07912	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Panuco	1200 a 1500 mm	CALIDA	500-2400
TAM	El Abra	43	15	28	46	4	22.5948	-99.02104	BOSQUE TRCPICAL CADUCIFOLIO	Rio Panuco	1200 a 1500 mm	CALIDA	500-2400
JAL	Estación Biológica Chabela	42	18	24	176	116	19.50944	-105.07912	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Grijalva	2500 a 4000 mm	CALIDA	100
TAB	Teapa	42	16	26	157	36	17.52544	-92.91368	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio del Tullio	1200 a 1500 mm	CALIDA	ND
JAL	Pho Vallarta S Rio Tomatán	41	19	22	155	81	20.58776	-105.22312	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Rio del Tullio	1200 a 1500 mm	CALIDA	ND
OAX	Jacatepec	41	18	23	160	42	17.8272	-96.20236	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Papaloapan	2500 a 4000 mm	SEMICALIDA	50-100
VER	Atoyac	41	14	27	65	5	18.87408	-96.7444	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Rio Jamapa	1500 a 2000 mm	CALIDA	500
QRO	Jalpan de Serra	41	14	27	47	4	21.20796	-99.45612	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Rio Panuco	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	100-2400
VER	Coatepec	41	13	28	146	33	19.43536	-96.91872	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio La Antigua	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1300-1500
VER	Parque Francisco J. Clavijero	41	11	30	562	22	19.52376	-96.89176	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Rio Actopan	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1320
GRO	Las Perlas Atoyac de Alvarez	40	14	26	434	10	17.208	-100.46736	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Rio Atoyac	800 a 1200 mm	CALIDA	300-680

CUADRO 2.1
CONDICIONES ECOGEOGRÁFICAS DE LAS LOCALIDADES MÁS RICAS EN ESPECIES DE PAPILIONÍDOS Y PIÉRIDOS

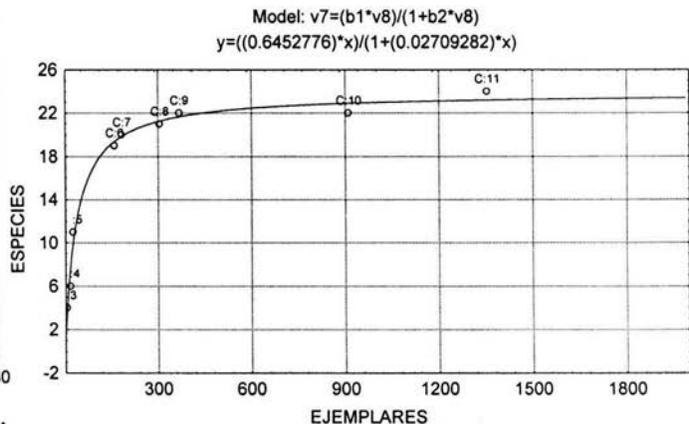
EDO	LOCALIDAD	ESPECIES	PAPILIOS	PIERIDOS	IND	REG	LATITUD	LONGITUD	VEGETACIÓN	CUENCAS	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA	ALTITUD
SLP	Río Verde	40	13	27	43	2	21.89512	-99.95744	BOSQUE ESPINOSO	Río Panuco	400 a 600 mm	SEMICALIDA	1000-2400
SLP	Cañón de Tampaco	40	13	27	40	2	21.768	-99.016	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Panuco	1200 a 1500 mm	CALIDA	1000-2400
SLP	Landa de Matamoros	40	13	27	40	1	21.17204	-99.3086	MATORRAL XEROFILO	Río Panuco	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1000-2400
SLP	Ciudad del Maiz	40	13	27	40	1	22.38144	-99.58104	MATORRAL XEROFILO	Laguna Ahorcados	400 a 600 mm	SEMICALIDA	1000-2400
CHI	Palenque	39	23	16	83	22	17.49008	-91.944	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	2500 a 4000 mm	CALIDA	100
VER	Misantla	39	15	24	133	40	19.8884	-96.81768	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Nautla	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	ND
OAX	Puerto Elgie, S. de Juárez	39	14	25	126	72	17.6734	-96.2978	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Papaloapan	2500 a 4000 mm	SEMICALIDA	600-900
VER	Motzorongo	38	23	15	105	36	18.6164	-96.70312	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Blanco	2000 a 2500 mm	CALIDA	1200
GRO	Acapulco	37	16	21	136	72	16.82944	-99.85976	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Río de La Sabana	1200 a 1500 mm	CALIDA	33-1166
CHI	El Chorreadero	37	13	24	101	81	16.711	-93.06624	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Grijalva	800 a 1200 mm	CALIDA	680
OAX	La Esperanza	37	11	26	283	265	17.60376	-96.35112	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Río Papaloapan	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1700-2400
DF	Distrito Federal	37	8	29	442	672	19.368	-99.16	URBANO	Lago Texcoco	600 a 800 mm	TEMPLADA	2300-2700
VER	Pocotépeti	36	17	19	274	34	18.49344	-95.30144	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Papaloapan	2000 a 2500 mm	CALIDA	ND
MIC	Pedernales	36	14	22	154	13	19.13304	-101.4547	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Balsas	1200 a 1500 mm	SEMICALIDA	1100
VER	Tezonapa	36	13	23	109	30	18.576	-96.656	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Papaloapan	2000 a 2500 mm	CALIDA	300
VER	Texolo	36	9	27	259	100	19.384	-97	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Río La Antigua	2000 a 2500 mm	SEMICALIDA	1050-1450
GRO	Río Santiago Atoyac de Alvarez	36	9	27	969	13	17.24336	-100.3057	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Laguna Mitla	1200 a 1500 mm	CALIDA	680
TAM	Gómez Farías	36	9	27	155	60	23.032	-99.14568	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Panuco	800 a 1200 mm	CALIDA	280-500
SLP	Sierra de Alvarez	35	12	23	206	26	22.02944	-100.608	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Panuco	400 a 600 mm	TEMPLADA	1200-2700
VER	3 km S de Teocelo	35	9	26	181	12	19.34944	-96.93304	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	Río La Antigua	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1100-1150
NL	Monterrey	34	12	22	76	17	25.63744	-100.2998	MATORRAL XEROFILO	Río San Juan	600 a 800 mm	CALIDA	533-600
SLP	Sierra de la Sileta	34	8	26	34	1	21.4296	-99.03872	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Panuco	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1800-2400
GRO	El Faisanal, Atoyac de Alvarez	34	6	28	483	45	17.43228	-100.1723	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Atoyac	1500 a 2000 mm	TEMPLADA	1100-1250
COL	La Salada	33	20	13	162	19	19.05136	-103.757	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Coahuayana	800 a 1200 mm	CALIDA	333-550
OAX	Chimalapa	33	17	16	56	12	16.88	-94.672	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Coatzacoalcas	2000 a 2500 mm	CALIDA	ND
VER	Las Minas	33	9	24	112	28	19.66272	-97.14312	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Nautla	1200 a 1500 mm	SEMIFRIA	1400
NAY	Compostela	33	7	26	211	51	21.22736	-104.864	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Huicicila	800 a 1200 mm	CALIDA	1400-1500
TAM	Ciudad Victoria	32	15	17	206	148	23.704	-99.14144	MATORRAL XEROFILO	Río Soto La Marín	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	ND
MOR	Rancho Viejo	32	14	18	219	32	18.4	-99	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Balsas	800 a 1200 mm	CALIDA	1000
TAB	Macuspana	32	12	20	98	26	17.73176	-92.57176	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	2000 a 2500 mm	CALIDA	ND
GRO	Puente de los Logardo, Atoyac de	32	8	24	327	10	17.32504	-100.245	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Atoyac	1500 a 2000 mm	CALIDA	300-1000
MOR	Yautepec	31	12	19	59	36	18.84968	-99.05976	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Balsas	800 a 1200 mm	CALIDA	ND
TAB	Tacotalpan	31	12	19	96	12	17.5684	-92.79408	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	2500 a 4000 mm	CALIDA	ND
SIN	Mazatlán	31	8	23	180	186	23.21304	-106.4034	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Quelite	600 a 800 mm	CALIDA	0-50
NL	Cola de Caballo	30	16	14	164	198	25.34776	-100.16	MATORRAL XEROFILO	Río San Juan	800 a 800 mm	SEMICALIDA	500-1000
CHI	Ocozacoautla	30	5	25	67	30	16.73008	-93.36208	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Grijalva	800 a 1200 mm	CALIDA	ND
GRO	Nueva Delhi, Atoyac de Alvarez	30	4	26	240	24	17.40168	-100.1861	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Atoyac	1500 a 2000 mm	SEMICALIDA	1400
CHI	Bonampak	29	18	11	66	36	16.6556	-91.05024	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	2000 a 2500 mm	CALIDA	50-100
MIC	Urupán	29	17	12	105	72	19.40168	-102.0564	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Balsas	1500 a 2000 mm	TEMPLADA	1650-1900
CHI	Comitán	29	15	14	76	57	16.24168	-92.126	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Comitán	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	ND
HGO	Encarnación	29	13	16	71	45	20.83872	-99.2004	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Panuco	400 a 600 mm	SEMICALIDA	2300-2500
JAL	Acatlán de Juárez	29	9	20	149	22	20.40336	-103.5684	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Laguna de Sayula	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1350
YUC	Chichén Itzá	29	7	22	211	58	20.64168	-88.55576	BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO	Río Champotón	800 a 1200 mm	CALIDA	35
CHI	San Quintín	28	15	13	46	16	16.38144	-91.3284	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	1500 a 2000 mm	CALIDA	ND
CHI	Montebello	28	10	18	67	270	16.112	-91.64	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Comitán	1200 a 1500 mm	SEMICALIDA	700-1800
OAX	Tuxtepec	27	13	14	43	9	18.08168	-96.128	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Papaloapan	2000 a 2500 mm	CALIDA	100
MOR	Cañón de Lobos	27	10	17	156	18	18.89964	-99.05752	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Balsas	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	1200-1440
NAY	La Yerba, Tepetitla	27	9	18	105	60	21.51112	-105.0598	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río San Blas	1200 a 1500 mm	SEMICALIDA	250-950
TAM	Cañón del Novillo	26	21	5	158	45	23.67536	-99.16896	MATORRAL XEROFILO	Río Soto La Marín	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	600
SLP	Pujal	26	7	19	146	27	21.37136	-98.81936	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Panuco	1500 a 2000 mm	CALIDA	33-850
GRO	Iguala	25	14	11	93	54	18.33176	-99.51536	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Balsas	800 a 1200 mm	CALIDA	620-1166
NAY	Tepic	25	13	12	38	13	21.496	-104.8598	BOSQUE DE CONIFERAS Y ENCINOS	Río Lerma	1200 a 1500 mm	SEMICALIDA	660
NL	Villa Santiago	25	10	15	70	55	25.41176	-100.1221	MATORRAL XEROFILO	Río San Juan	800 a 1200 mm	SEMICALIDA	500
CHI	Las Delicias	25	10	15	41	18	16.31352	-92.62032	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Río Grijalva	1200 a 1500 mm	CALIDA	ND
TAB	Tepescuintle	25	9	16	246	12	17.4174	-91.384	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Río Grijalva	2000 a 2500 mm	CALIDA	200

APÉNDICE 2.1
CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES POR ESTADO

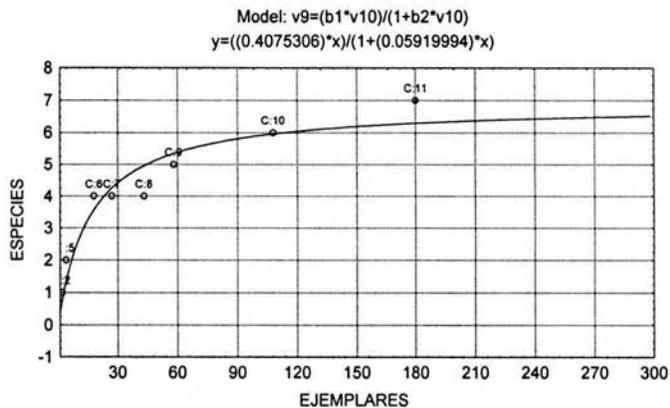
ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



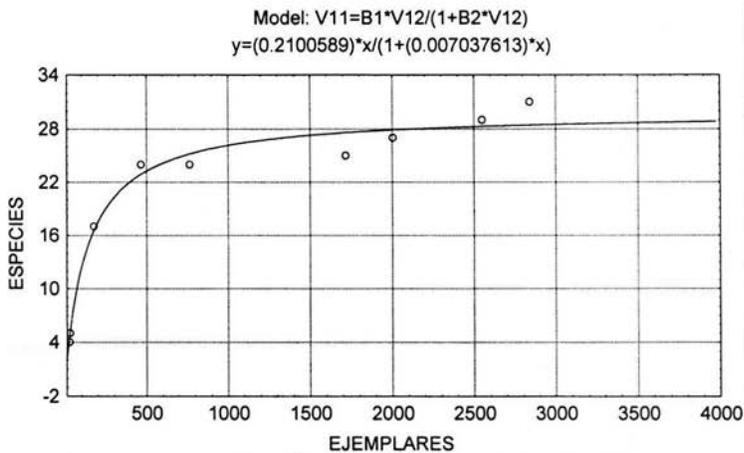
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA LOS PAPILIÓNIDOS DE BAJA CALIFORNIA



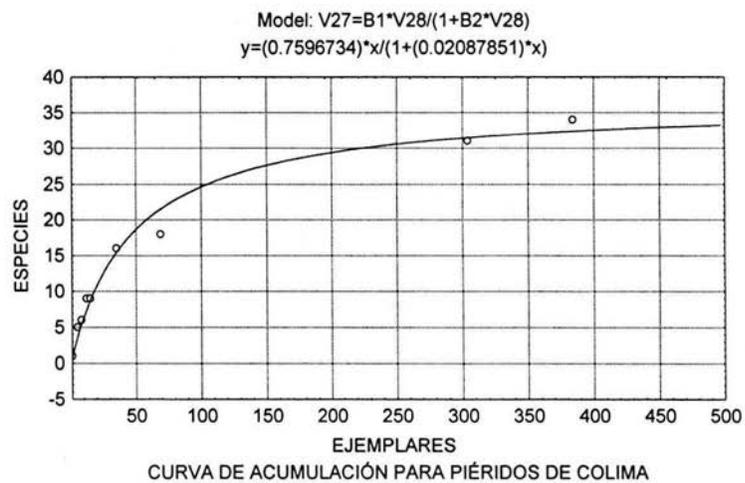
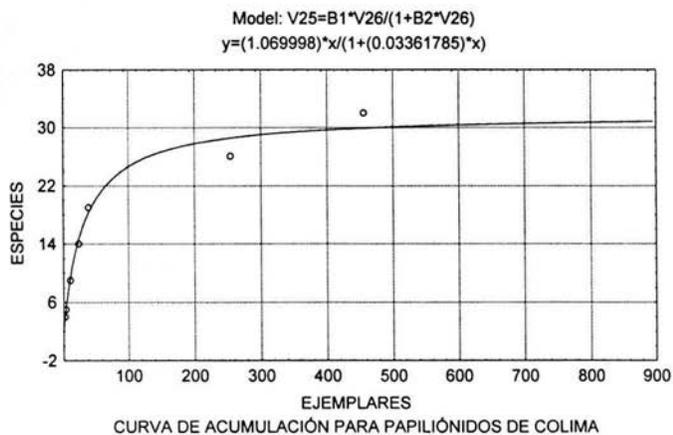
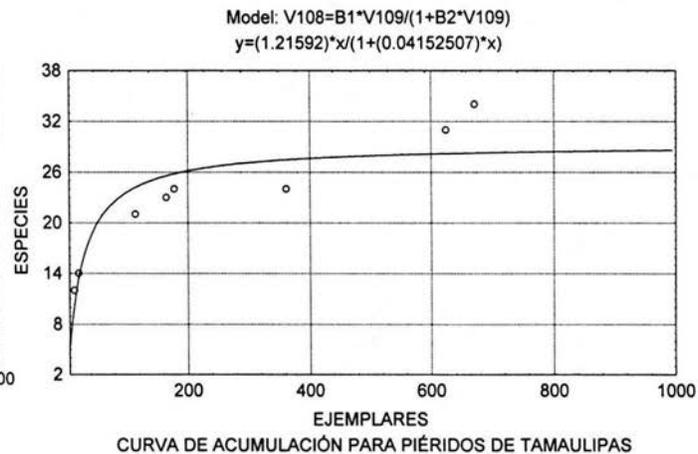
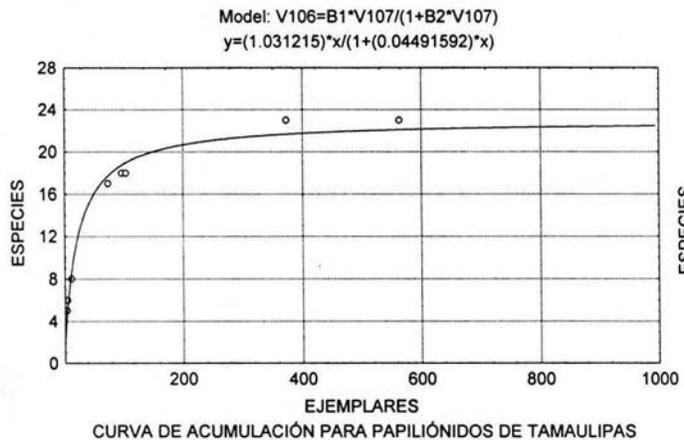
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA LOS PIÉRIDOS DE BAJA CALIFORNIA



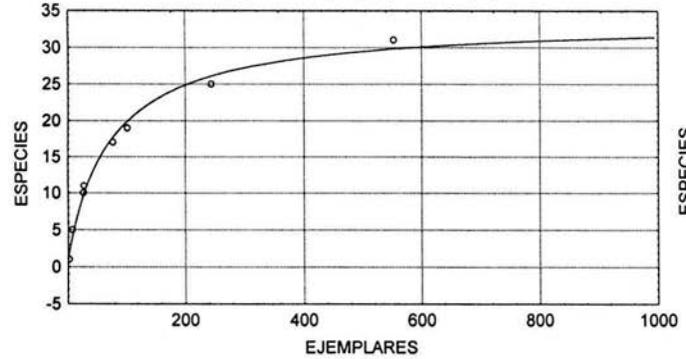
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIÓNIDOS DE BAJA CALIFORNIA SUR



CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DE BAJA CALIFORNIA SUR

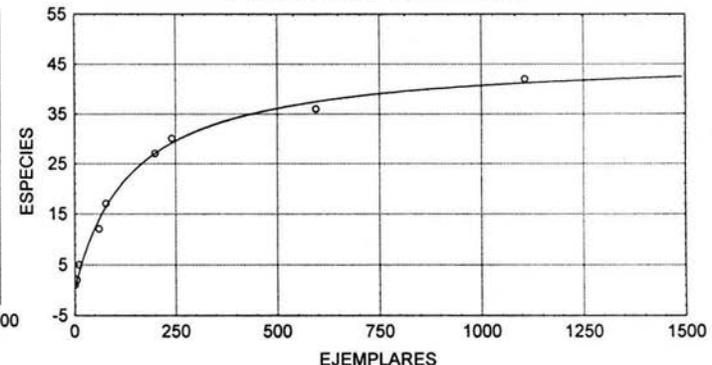


Model: $V50=B1*V51/(1+B2*V51)$
 $y=(0.4757844)*x/(1+(0.0141634)*x)$



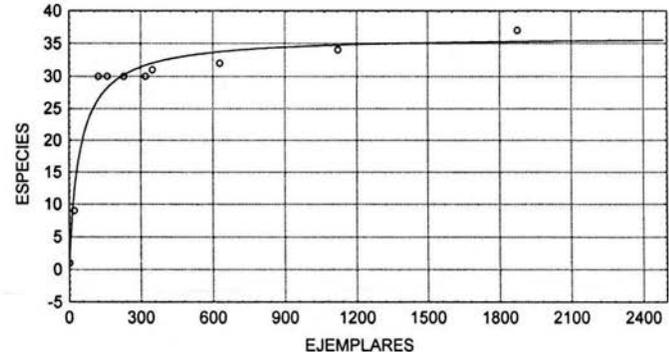
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIDOS DE JALISCO

Model: $V52=B1*V53/(1+B2*V53)$
 $y=(0.3206084)*x/(1+(0.006879674)*x)$



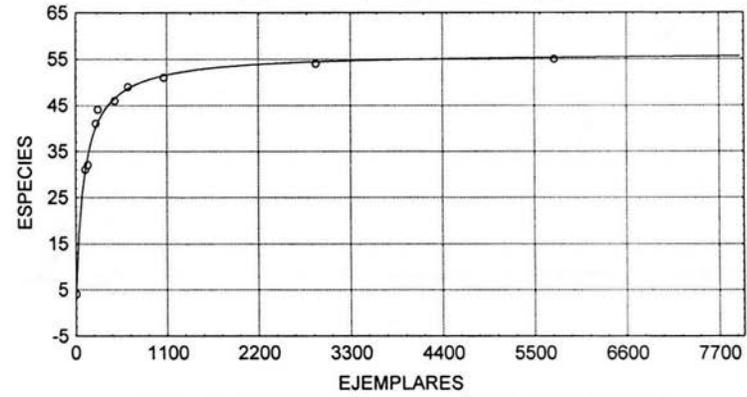
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DE JALISCO

Model: $V118=B1*V119/(1+B2*V119)$
 $y=(0.7899399)*x/(1+(0.02184978)*x)$



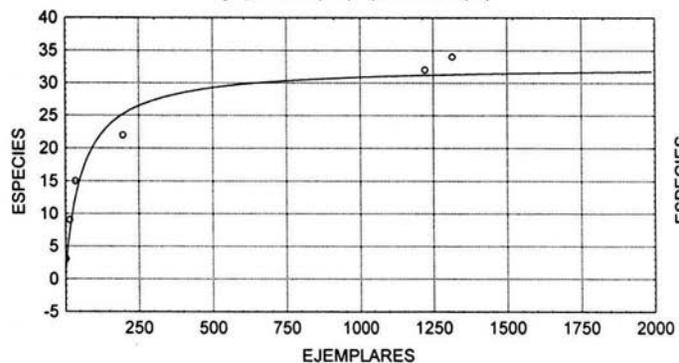
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIDOS DE VERACRUZ

Model: $V120=B1*V121/(1+B2*V121)$
 $y=(0.5591416)*x/(1+(0.009931237)*x)$



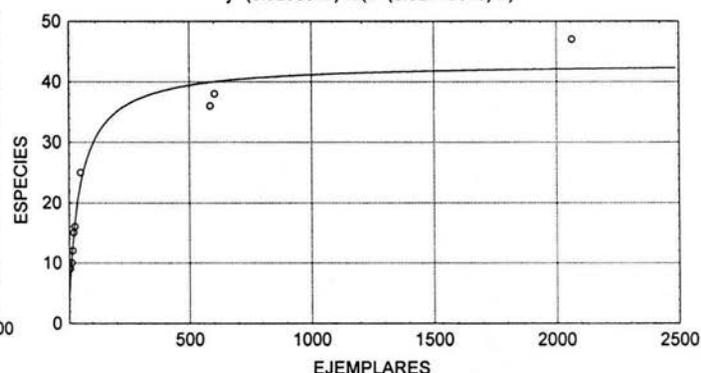
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DE VERACRUZ

Model: $V78=B1*V79/(1+B2*V79)$
 $y=(0.553866)*x/(1+(0.01695742)*x)$



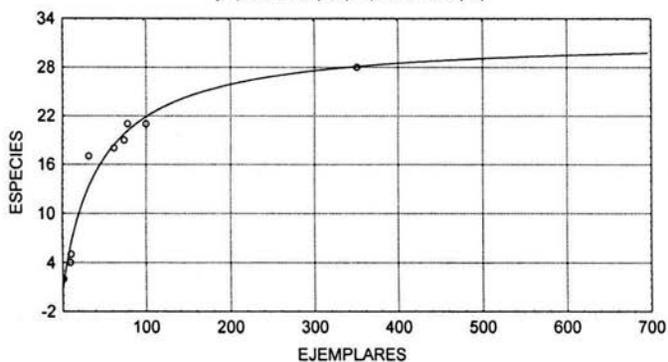
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONÍDOS DE PUEBLA

Model: $V80=B1*V81/(1+B2*V81)$
 $y=(0.9258317)*x/(1+(0.02149616)*x)$



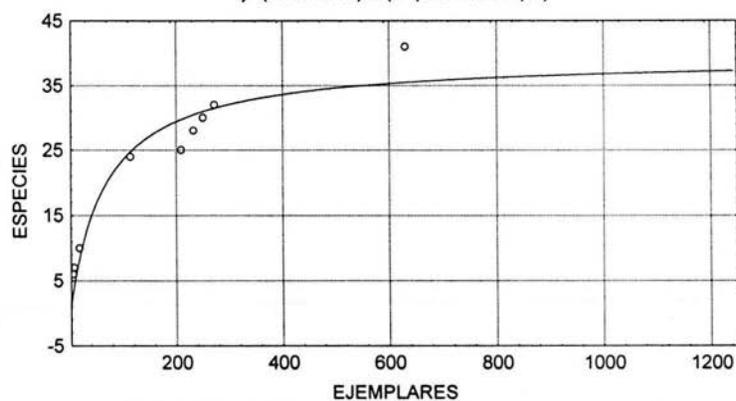
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DE PUEBLA

Model: $V58=B1*V59/(1+B2*V59)$
 $y=(0.7047736)*x/(1+(0.02224729)*x)$

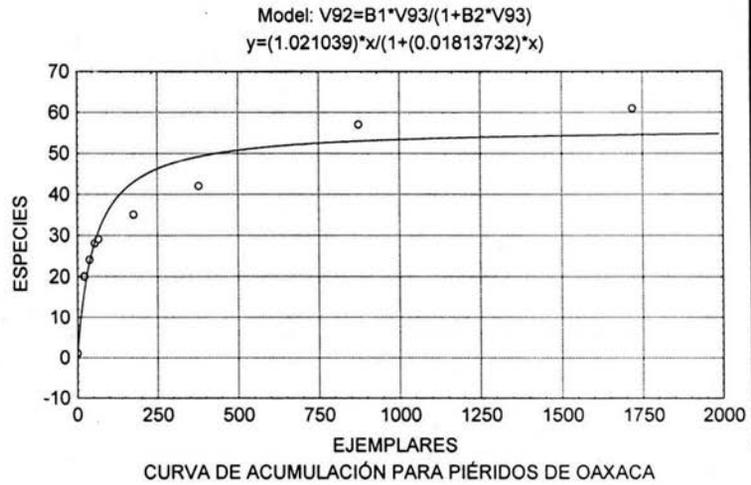
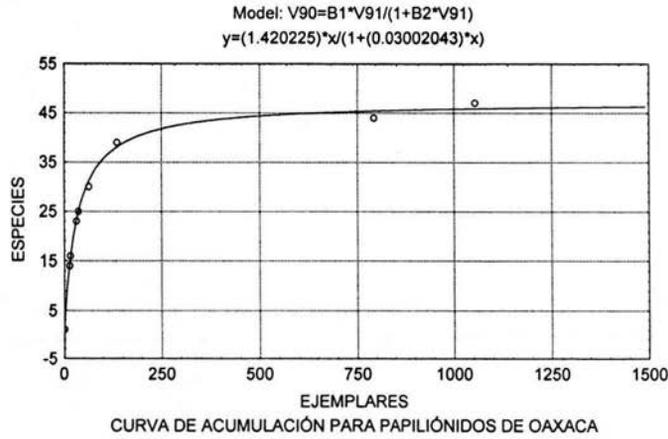
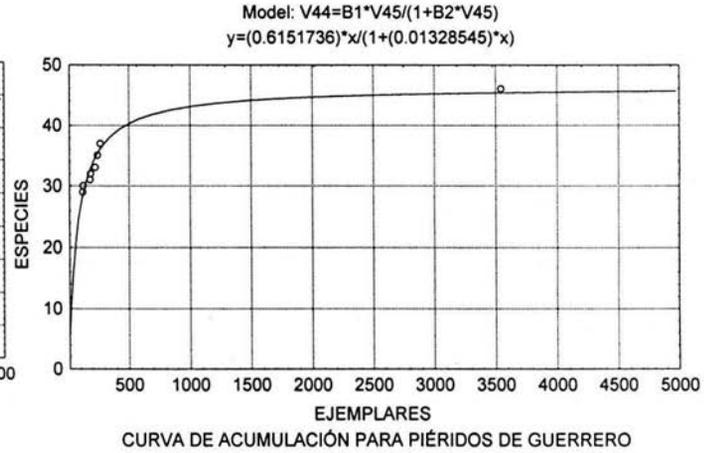
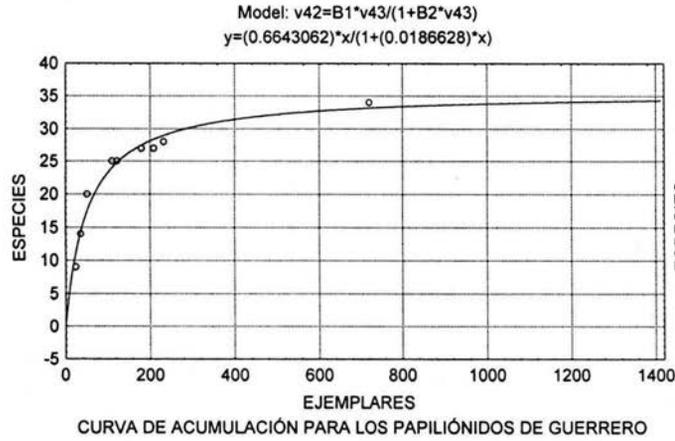


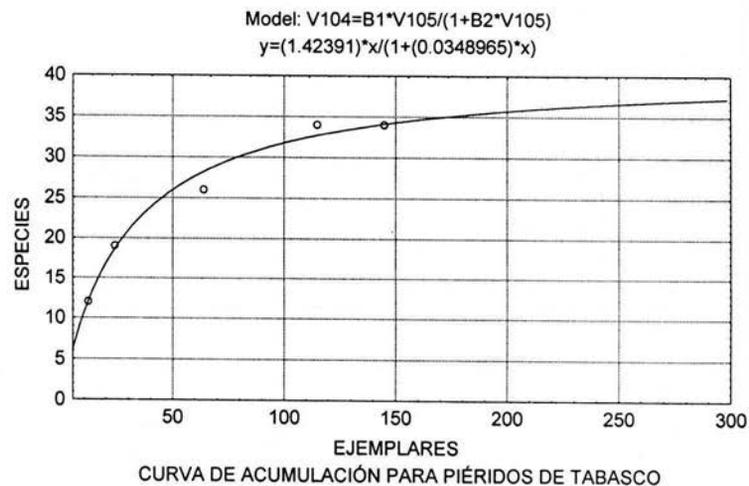
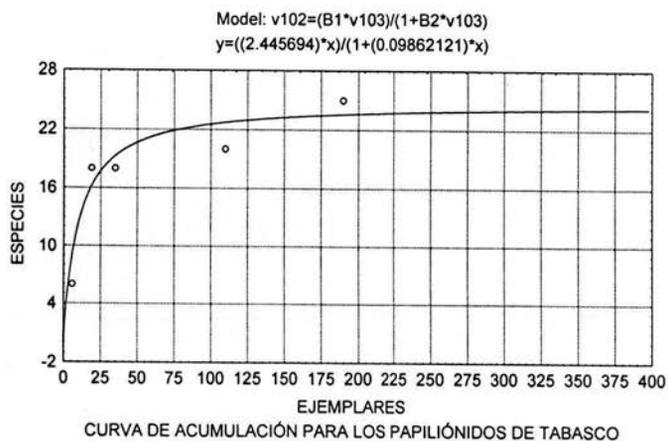
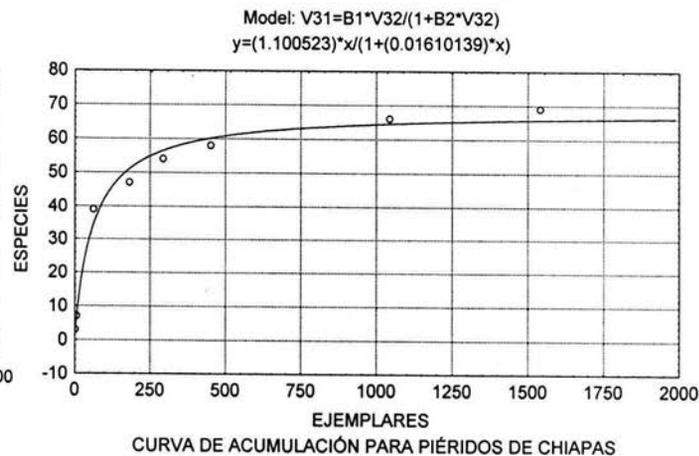
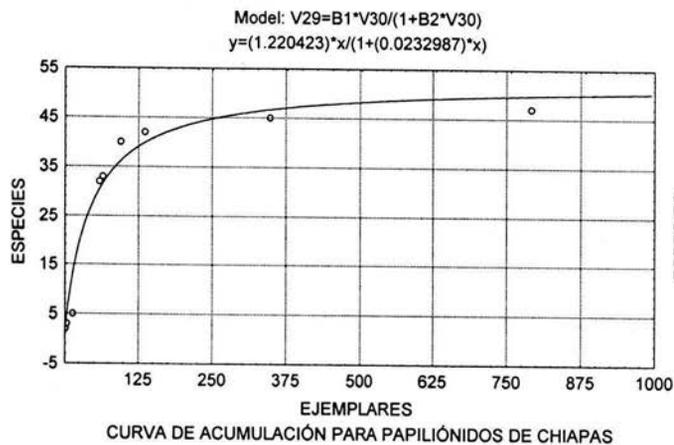
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONÍDOS DE MICHOACÁN

Model: $V60=B1*V61/(1+B2*V61)$
 $y=(0.5834636)*x/(1+(0.01486314)*x)$



CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DE MICHOACÁN





CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE MEXICANOS

Para evaluar el conocimiento de las papilioníidas y piéridas de México y determinar las áreas y los tipos de vegetación bien conocidos, el grado de conocimiento de las regiones y tipos de vegetación, e identificar los patrones de riqueza de especie por cuadrantes y tipos de vegetación, se utilizó una regionalización de cuadrantes de 0.5° que cubren los casi 2 millones de km² de territorio mexicano. Las localidades se ubicaron en los cuadrantes según sus coordenadas geográficas. Cada cuadrante fue analizado contando el número de localidades, el número de recolectas realizadas, el número de especies y el número de individuos registrados. Se elaboraron cinco mapas utilizando el programa ARCVIEW y se importaron tablas con extensión dbf, con los cuadrantes y el número de localidades, recolectas, registros, individuos y especies registrados. Las tablas resultaron de consultas a la base de datos en ACCESS, que luego se exportaron en archivos de bases de datos (dbf). Se evaluó el conocimiento de estas dos familias contando el número de localidades, de recolectas, de individuos y de las especies de cada cuadrante. Los resultados se publicaron en el número 81 de la nueva serie de la revista *Acta Zoológica Mexicana* (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000).

Ni las localidades, ni las recolectas, ni los registros, individuos o especies resultaron estar muestreadas homogéneamente. Destacan especies de amplia distribución como las más recolectadas, con mayor número de registros, individuos y localidades, como *Battus philenor* y *Eurema mexicana*, contrastando con especies de las que se tiene menos de 10 individuos como *Pseudopieris nehemia irma*. La mayoría de los cuadrantes desconocidos se localizan en el norte del país, en regiones planas, con climas y tipo de vegetación homogéneos. Por otro lado, se encontró que todos los tipos de vegetación del país se encuentran bien representados, con registros más o menos homogéneos. El 53% de los cuadrantes estudiados tienen una sola localidad, por ello se requiere un análisis detallado sobre los tipos de vegetación, las variaciones en climas y altitud y con base en muestreos homogéneos para conocer la diversidad de especies de la región. El bosque de coníferas y encinos resultó ser el más rico en especies de papilioníidos y piéridos, aunque el mejor recolectado es el matorral xerófilo y el mejor conocido el bosque mesófilo de montaña. Hacen falta análisis con datos vegetacionales a una escala equivalente entre la recolecta y los mapas digitalizados.

Las regiones mejor estudiadas, debido a que cuentan con mayor número de localidades y localidades mejor recolectadas, resultan ser la región de Los Tuxtlas y el bosque mesófilo de montaña de Jalapa, Teocelo, Presidio, Orizaba y Fortín de las Flores en Veracruz; Santa Rosa

Comitán, Chorreadero, Chiapa de Corzo, Ocozocuatla, Chimalapa y Tacaná en Chiapas; la Sierra de Atoyac de Álvarez y Omiltemi en Guerrero; la Sierra de Juárez en Oaxaca; Axtla, Xilitla, Tamazunchale y el Cañón de Tlamaya en San Luis Potosí; Jacala y Chapulhuacán en Hidalgo y Jalpan de Serra en Querétaro.

ANÁLISIS POR CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS

También se analizaron, aunque esta parte no ha sido publicada, los cuadrantes con más de 200 individuos, contándose los individuos, especies, recolectas y localidades de registro para papilionidas y pieridas. Se elaboraron las curvas de acumulación para los 15 cuadrantes con mayor número de individuos, especies y recolectas y se caracterizaron, de acuerdo con el tipo de vegetación y la riqueza de especies. Para describir la diversidad se elaboraron mapas de número de individuos y especies y de localidades para estos cuadrantes para papilionidas y pieridas.

Al menos el 40% de los cuadrantes carecen de registro, lo que pone de manifiesto el bajo conocimiento que se tiene de estos lepidópteros en el país. En la figura 3.1 se muestra la distribución de los 31 cuadrantes con más de 200 individuos, la cual coincide con la nube de puntos de las localidades mejor recolectadas y con mayor número de especies. En el cuadro 3.1 se muestran los números de individuos, especies, recolectas, localidades de papilionidas y pieridas de estos cuadrantes. Destacan los cuadrantes 162, 117, 71, 110, 120, 212, 164, 17, 190, 132, 261, 264 y 85 como los más ricos en especies. En contraste, resaltan los cuadrantes 173, 205, 546, 393, 367, 365, 319 y 436, por tener los valores más bajos de riqueza de especies. En particular, los cuadrantes 173 y 205 se ubican en el DF y Yucatán, respectivamente; el primero cuenta con gran número de individuos, pero la mayoría de especies son de amplia distribución, y el segundo, a pesar de encontrarse entre otras localidades en Chichén Itzá, tiene un alto número de individuos de la especie *Eurema daira*, lo que no es exactamente un muestreo homogéneo, ni es ejemplo de 'localidad bien conocida'.

Por otro lado, los cuadrantes más ricos coinciden con las localidades que se han trabajado de modo recurrente, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Colima. En las figuras 3.2 a 3.5 se presenta la distribución de los cuadrantes con mayor número de individuos, especies, recolectas y recolectas/localidad. Estos cuadrantes, como puede verse, coinciden con la nube de puntos de recolectas recurrentes que hemos estado señalando. En el cuadro 3.2 se presentan las coordenadas geográficas de los cuadrantes con más individuos. En el cuadro 3.3 se presenta la riqueza de especies y de individuos de las localidades con mayor riqueza específica de los cuadrantes más ricos en especies. En el apéndice 3.1 se presenta la distribución de la abundancia de especies de algunas de las 24 localidades de las más ricas ubicadas en estos cuadrantes.

Algunas de ellas, como la Laguna de Catemaco, muestran una distribución heterogénea, pues los muestreos registrados son más completos, otras en cambio, como Axtla y todas las de San Luis Potosí, muestran que el registro de las recolectas es muy pobre, ya que no se cuenta con el número real de individuos, sino sólo con la lista de especies resultante. En el apéndice 3.2 se muestran las curvas de acumulación de especies para cada uno de estos cuadrantes, todas ellas indicando al menos en teoría, un buen muestreo de la zona. Las curvas de acumulación generadas para los cuadrantes bien recolectados y/o más ricos en especies alcanzan la asíntota esperada en zonas bien conocidas; éste es el caso para los cuadrantes 85, 110, 117, 162, 164, 190, 205 y 261, mientras que las curvas de acumulación de los cuadrantes 17, 71, 120 y 212 no llegan a la asíntota, pero el análisis generado muestra claramente que la sección exponencial de la curva se supera con las recolectas, de forma que todos estos cuadrantes se conocen bastante bien. El contenido específico de los cuadrantes desconocidos, ya sea del norte del país donde casi no se ha recolectado, o de sectores no estudiados del sur y centro, podrá ser predicho con base en el modelo propuesto en el Capítulo V.

En el cuadro 3.4 se presenta una comparación del contenido específico para estos cuadrantes, y en el cuadro 3.5 se muestran solamente las especies de distribución restringida. Ambos cuadros podrán utilizarse en un futuro para analizar la diversidad beta, puesto que son los cuadrantes que resultaron ser mejor conocidos. Por otro lado, es evidente que se necesita intensificar el conocimiento de papilionidas y piéridas en las localidades que cuentan con bajo número de registros, así como de recuperar datos de distribución de otras localidades y en los tipos de vegetación menos conocidos.

ISSN 0065-1737

núm. 81

diciembre 2000

ACTA
ZOOLOGICA
MEXICANA
nueva serie



Instituto de Ecología A.C.
MÉXICO

Acta Zool. Mex. (n.s) 81:117-132 (2000)

UNA EVALUACION DEL CONOCIMIENTO Y DE LA DISTRIBUCION DE LAS PAPILIONIDAE Y PIERIDAE MEXICANAS (INSECTA: LEPIDOPTERA)

Leonor OÑATE-OCAÑA, Juan J. MORRONE y Jorge E. LLORENTE-BOUSQUETS
Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM,
Apdo Postal 70-399, CP 04510 México D.F., MEXICO

RESUMEN

Se evaluó el conocimiento sobre la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas utilizando 39,300 datos de distribución, que corresponden a 127 especies, 499 cuadrantes y 2325 localidades, analizados a través de una regionalización de cuadrantes de 0.5°. El Bosque de Coníferas y Encinos contiene la mayor riqueza de especies, aunque el Bosque Mesófilo de Montaña es el mejor recolectado. La mayoría de las especies bien recolectadas poseen amplia distribución, aunque también están bien recolectadas algunas especies endémicas como *Baronia brevicornis* y algunas especies de los géneros *Enantia*, *Catasticta* y *Lieinix*. Las áreas mejor recolectadas de México se encuentran en los estados de México, Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

Palabras Clave: mariposas, Papilionidae, Pieridae, distribución, diversidad, bases de datos, México.

ABSTRACT

Knowledge on Mexican Papilionidae and Pieridae was evaluated through the analysis of 39,300 distributional data, which correspond to 127 species, 499 quadrats, and 2325 localities, on a grid of 0.5° blocks to assess distributional information on these butterflies. We found that the Coniferous-Oak Forest is the richest species vegetational type, although the Cloud Forest is the most important area collected. The more abundantly collected species have wide distributional ranges. Some well known endemic species are *Baronia brevicornis* and some species of the genera *Enantia*, *Catasticta* and *Lieinix*. The tropical areas of the states of Mexico, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, and Guerrero were the best collected areas in Mexico.

Key Words: butterflies, Papilionidae, Pieridae, distribution, diversity, data bases, Mexico.

"When the naturalist studies the habits, the structure, or the affinities of animals, it matters little to which group he specially devotes himself; all alike offer him endless materials for observation and research. But, for the purpose of

En la actualidad Jorge Lorente desarrolla sus actividades en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Colombia.

Oñate-Ocaña et al.: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

investigating the phenomena of geographical distribution and of local or general variation, the several groups differ greatly in their value and importance. Some have too limited range, others are not sufficiently varied in specific forms, while, what is of most importance, many groups have not received that amount of attention over the whole region they inhabit, which could furnish materials sufficiently approaching to completeness to enable us to arrive at any accurate conclusions as to the phenomena they present as a whole. It is in those groups which are and have long been favourites with collectors that the student of distribution and variation will find his materials the most satisfactory, from their comparative completeness. Preeminent among such groups are the diurnal Lepidoptera or butterflies, whose extreme beauty and endless diversity have led to their having been figured... But, besides their abundance, their universal distribution, and the great attention that has been paid to them, these insects have other qualities that especially adapt them to elucidate the branches of inquiry already alluded to."

Alfred R. Wallace (1864) 'On the phenomena of variation and geographical distribution as illustrated by the Papilionidae of the Malayan region', *Transactions of the Linnean Society* 25: 1-70.

INTRODUCCION

México es un país megadiverso, como resultado de su ubicación geográfica, compleja topografía, variedad de climas e historia geotectónica y biogeográfica (Dirzo, 1992; Mittermeier & Goettsch, 1992; Rzewdoski, 1992; Ramamoorthy et al. 1993; Flores & Gerez, 1994; Harcourt & Sayer, 1996, entre otros). En este sentido, se ha evaluado el conocimiento de anfibios y reptiles (Flores & Gerez, 1994), aves (Navarro & Benítez, 1993; Peterson et al. 1998) y mamíferos (Ceballos, 1993), así como de selvas tropicales húmedas y secas (Dirzo, 1992; Harcourt & Sayer, 1996).

Ante la creciente acumulación de estudios faunísticos sobre mariposas (Insecta: Lepidoptera), se requieren inventarios completos de las regiones conocidas, que permitan describir su diversidad y analizar las áreas de mayor riqueza y endemismos. Asimismo, es preciso señalar aquellas áreas amenazadas y con gran biodiversidad o "hot spots", inferir cambios de diversidad, hacer extrapolaciones sobre su distribución potencial y predecir áreas de interés en estudios de biodiversidad. El conocimiento de las mariposas mexicanas se ha ido incrementando desde sus inicios en el siglo XIX, estimándose que conocemos entre un 90 y un 95% de sus especies (Llorente et al. 1993; Llorente y Luis, 1993). Las mariposas son un grupo modelo para estudios de conservación y

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

monitoreo de cambios ambientales, debido a sus variadas preferencias ecológicas, sus respuestas a las perturbaciones ambientales y sus estrechas relaciones con las plantas sobre las que las larvas se alimentan (Tyler *et al.* 1994).

Nuestro objetivo es analizar el grado de conocimiento de dos grupos de mariposas: las familias Papilionidae y Pieridae (Papilionoidea) en México. Se dan a conocer las localidades, las regiones y las especies más conocidas, y se expone un análisis cuantitativo y cualitativo del conocimiento de estos dos grupos en áreas de $\frac{1}{2}$ grado de latitud por $\frac{1}{2}$ grado de longitud.



Figura 1
Sistema de cuadrantes utilizado en el análisis.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó una base de datos con 39,300 registros de papilioníidos y piéridos de México (Llorente *et al.* 1997). Cada registro incluye el nombre del taxón, fecha de recolecta (día, mes y año), Estado y localidad de recolecta, altitud, tipo de vegetación, colector(es), número de individuos, sexo y los datos de la colección

Oñate-Ocaña *et al.*: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

en la que se encuentra depositado el ejemplar o la cita bibliográfica que lo reporta (Llorente *et al.* 1997). Se georreferieron 2,325 localidades, utilizando el nomenclador del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Atlas Topográfico de la República Mexicana con mapas 1: 250, 000 (UNAM, 1991) y algunas cartas editadas por la SCT, el Instituto de Geografía y el INEGI.

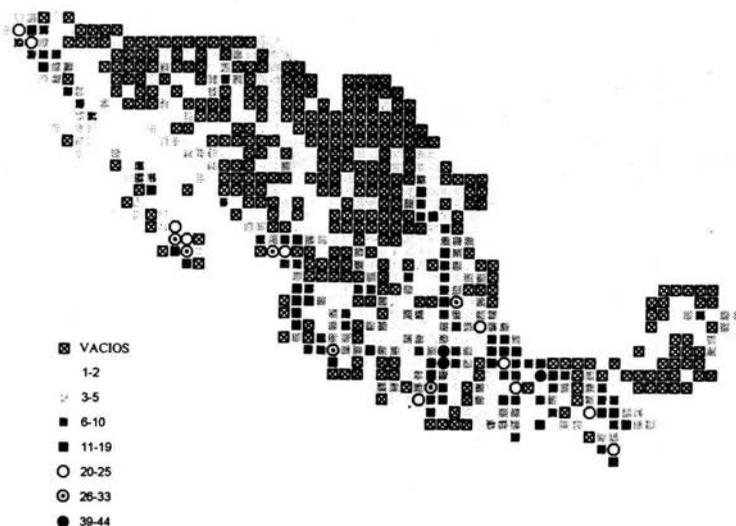


Figura 2
Número de localidades por cuadrante.

Para evaluar los datos, se utilizó una regionalización de cuadrantes de 0.5° que cubren aproximadamente $2,500 \text{ km}^2$ del territorio mexicano (Fig. 1). Las localidades se ubicaron en los cuadrantes en los siguientes cuatro mapas, con categorías establecidas arbitrariamente: (1) localidades por cuadrante (Fig. 2): (a) 1-2, (b) 3-5, (c) 6-10, (d) 11-19, (e) 20-25, (f) 26-33 y (g) 39-44; (2) número de recolectas por cuadrante (Fig. 3): (a) 1-4, (b) 5-9, (c) 10-19, (d) 20-49, (e) 50-99, (f) 100-199 y (g) > 200 ; (3) número de individuos por cuadrante (Fig. 4): (a) 1-5, (b) 6-50, (c) 51-100, (d) 101-200, (e) 201-500, (f) 501-1000, (g) 1000-2000 y

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

(h) 2001-3719; (4) número de especies por cuadrante (Fig. 5): (a) 1-3, (b) 4-9, (c) 10-24, (d) 25-39, (e) 40-54, (f) 55-69 y (g) 70-85. Finalmente el mapa de cuadrantes se solapó con un mapa de tipos de vegetación según Rzedowski (1978), digitalizado en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) mediante el programa ARCINFO, generando una tabla de cuadrantes y tipos de vegetación que se importó en ACCESS 2.0 para el manejo de la información.



Figura 3
Número de recolectas por cuadrante.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se contó un mínimo de 54,716 ejemplares (ver Llorente *et al.* 1997), 16,373 de papilionídeos y 38,343 de piéridos, pertenecientes a 127 especies (49 de papilionídeos y 78 de piéridos) (Apéndice 1). La gran mayoría de ellos pudieron formar parte del análisis.

Oñate-Ocaña *et al.*: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

Para el mapa de la figura 2, se obtuvieron 499 (60%) cuadrantes que tienen al menos una localidad. Más de la mitad de los cuadrantes sólo están representados por una localidad, mientras que el promedio de localidades por cuadrante es de 5. En general, no existe un patrón de muestreo homogéneo y muy pocos cuadrantes (3.2%) tienen 26-44 localidades (Fig. 6). Para el mapa de la figura 3 se encontraron 255 cuadrantes (51%) con 1-4 recolectas, mientras que sólo un 6% de los cuadrantes tuvo más de 50 recolectas (Fig. 7). Se observa que no existe un patrón homogéneo de recolectas por cuadrante. Para el mapa de la figura 4 se encontró el 29% de los cuadrantes con 1-5 individuos registrados, y un promedio de 110 individuos por cuadrante, mientras que sólo encontramos el 6% de cuadrantes con más de 1000 individuos (Fig. 8). Para el mapa de la figura 5 se encontraron 166 cuadrantes (33%) con 1-3 especies, mientras que sólo el 4% de los cuadrantes tienen más de 55 especies (Fig. 9).

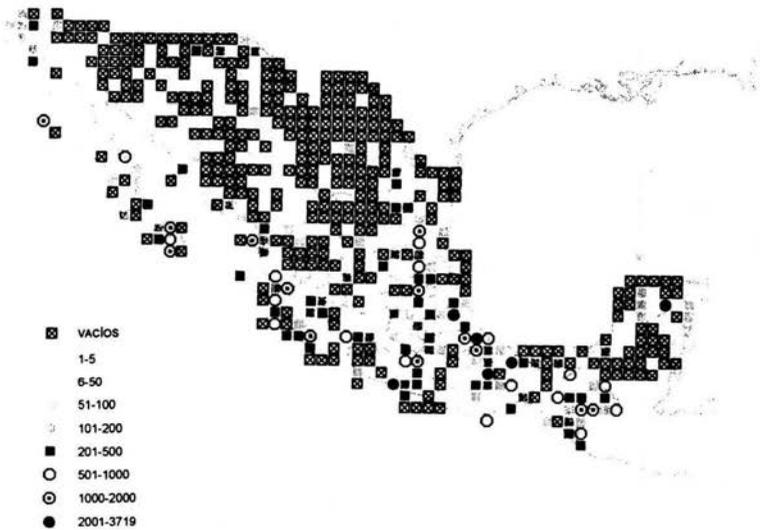


Figura 4
Número de individuos por cuadrante

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

La frecuencia de individuos por especies tampoco resultó homogénea. La mayor parte de las especies se han recolectado poco (Fig. 10). Entre las especies mejor recolectadas de papilionídeos, sobresale *Baronia brevicornis*, con más de 1,000 individuos; y entre los piéridos, *Eurema daira*, con más de 2000, y *Pyrisitia proterpia*, *P. nise*, *Zerene cesonia*, *Ascia monuste*, *Phoebis agarithe*, *P. sennae*, *Eurema mexicana*, *E. boisduvaliana*, *Anteos clorinde*, *Nathalis iole* y *Catasticta nimbice*, con más de 1,000.



Figura 5
Número de especies por cuadrante.

Los cuadrantes desconocidos en su mayoría se ubican en el norte del país, en regiones bajas, con fisiografía, clima y vegetación muy homogéneos. Algunos de los cuadrantes conocidos incluyen características ecogeográficas muy similares a esta zona amplia, aunque se hallan lo suficientemente aislados como para suponer que no se trata de comunidades idénticas. El desconocimiento del norte del país

Oñate-Ocaña et al.: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

podría tener relevancia para estimar riqueza de especies, áreas de endemismo y regiones de alta diversidad, especialmente en aquellas regiones de bosque aisladas. Sin embargo, estos cuadrantes tienen una baja variedad de tipos de vegetación y su vegetación más frecuente es el Matorral Xerófilo. De los 336 cuadrantes sin registro de los que se obtuvo información acerca del tipo de vegetación, 181 (54%) cuentan con Matorral Xerófilo, mientras que 115 (34%) tienen Bosque de Coníferas y Encinos. Este último es el tipo de vegetación con mayor diversidad, no sólo en papilionidos y piéridos, sino también en aves, reptiles, anfibios y mamíferos (Flores & Gerez, 1994). Las recolectas en Matorral Xerófilo se encuentran muy bien representadas, con 5,282 individuos, que representan el 11% de los individuos de toda la base de datos. Se tienen 3,352 recolectas en este tipo de vegetación (9% del total de recolectas), que presenta la mayor frecuencia de recolectas, esto es, en 553 localidades existe el Matorral Xerófilo (25% de las localidades de las que se cuenta con tipo de vegetación). Además, el Matorral Xerófilo se encuentra representado en los cuadrantes con mayor número de individuos, es decir, los mejor conocidos. Por otro lado, el Bosque de Coníferas y Encinos se encuentra en gran cantidad de cuadrantes: de los 495 cuadrantes con registros de los que se obtuvo la información de tipos de vegetación, en 261 (52%) se encuentra este tipo de vegetación.

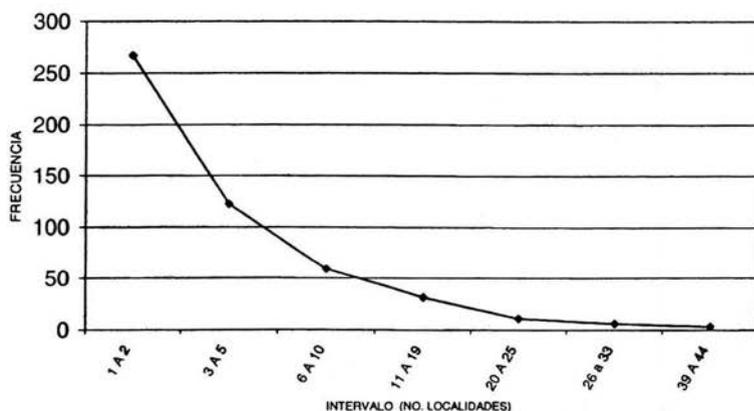


Figura 6
Frecuencia de localidades por cuadrante.

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

Los cuadrantes conocidos contienen un amplio mosaico de tipos de clima, vegetación y fisiografía. De los 495 cuadrantes con registros, siete cuentan con seis tipos de vegetación, 17 cuadrantes con cinco tipos de vegetación, 48 con cuatro diferentes tipos de vegetación, 120 con tres tipos de vegetación, 233 con dos tipos de vegetación y 73 con un solo tipo de vegetación. Por otro lado, contrasta el hecho que de los cuadrantes desconocidos que fueron caracterizados, sólo dos tienen cinco tipos de vegetación distinta. Estos cuadrantes se encuentran ubicados entre los 16° 30'-16° 59' LN y 94°- 94° 29' LW y 15° 30'-15° 59' LN y 93°- 93° 29' LW; en este subconjunto de cuadrantes sin registros, nueve tienen cuatro tipos de vegetación, 38 tienen tres tipos de vegetación, mientras que 129 tuvieron dos tipos de vegetación y 118 tienen un solo tipo de vegetación.

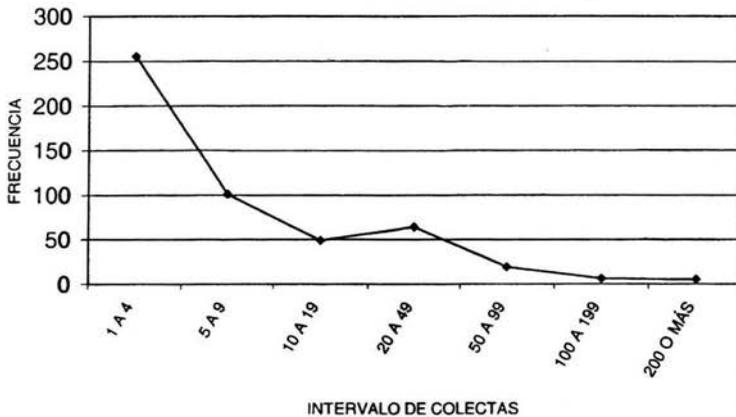


Figura 7
Frecuencia de recolectas por cuadrante.

El Bosque de Coníferas y Encinos se encuentra presente en 17 de los 31 cuadrantes mejor recolectados (55%) y además es el tipo de vegetación más diverso. Le siguen el Bosque Tropical Caducifolio, presente en 16 cuadrantes (51%); y el Bosque Mesófilo de Montaña y el Bosque Tropical Perennifolio, presentes en el 38% (12 cuadrantes) y 35% (11 cuadrantes), respectivamente. El

Oñate-Ocaña et al.: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

Matorral Xerófilo, que es el tipo de vegetación más frecuente de los cuadrantes desconocidos, se encuentra en un 22% de los cuadrantes bien conocidos, mientras que el 16% cuenta con Bosque Tropical Subcaducifolio. La importancia del conocimiento de estos tipos de vegetación se enfatiza por el hecho de que el Bosque de Coníferas y Encinos es el más diverso, con 112 especies, seguido del Bosque Tropical Perennifolio (101), el Bosque Tropical Caducifolio (100) y el Bosque Mesófilo de Montaña (91).

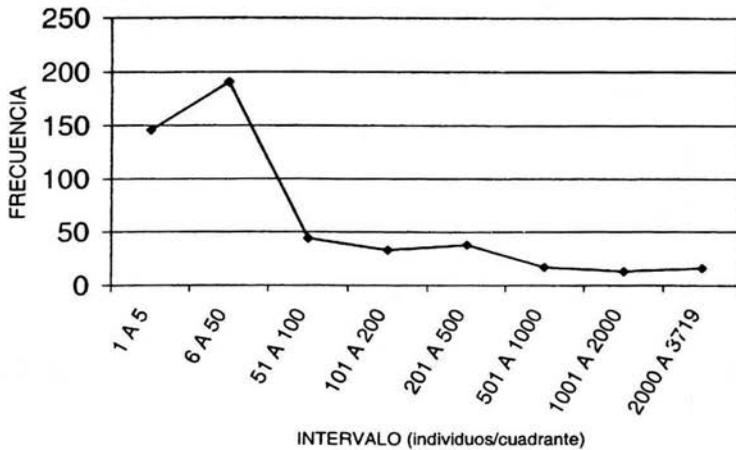


Figura 8
Frecuencia de individuos por cuadrante

De los 49,433 individuos analizados, 23% se recolectó en Bosque Tropical Perennifolio, 18% en Bosque de Coníferas y Encinos, 17% en Bosque Tropical Caducifolio, 16% en Bosque Mesófilo de Montaña, 10% en Matorral Xerófilo, 9% en Bosque Tropical Subcaducifolio, 1.7% en Bosque Espinoso, 1.4% en Pastizal, y 1.4% en Vegetación Acuática y Subacuática. De las 35,943 recolectas, 22% se efectuó en Bosque Tropical Perennifolio, 20% en Bosque Mesófilo de Montaña, 19% en Bosque de Coníferas y Encinos, 17% en Bosque Tropical Caducifolio, 9% en Matorral Xerófilo, 8% en Bosque Tropical Subcaducifolio, 1.8% en Bosque Espinoso, 1.7% en Vegetación Acuática y Subacuática, y 1.2% en pastizal. De las 2,225 localidades con registro del tipo de vegetación, 25% se efectuó en Matorral

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

Xerófilo, 20% en Bosque de Coníferas y Encinos, 20% en Bosque Tropical Caducifolio, 14% en Bosque Tropical Perennifolio, 5% en Bosque Espinoso, 4.5% en Bosque Tropical Subcaducifolio, 4% en Pastizal, 3.8% en Bosque Mesófilo de Montaña, y 1.4% en Vegetación Acuática y Subacuática (Cuadro 1).

Cuadro 1
Frecuencia de los tipos de vegetación en los cuadrantes mejor recolectados.

Tipo de vegetación	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Bosque de Coníferas y Encino	451	17	8944	43	69	112	6943
Bosque Tropical Caducifolio	446	16	8634	40	60	100	6107
Bosque Mesófilo de Montaña	85	12	8143	36	55	91	7057
Bosque Tropical Perennifolio	307	11	11262	40	61	101	7734
Matorral Xerófilo	553	7	5282	31	53	84	3352
Bosque Tropical Subcaducifolio	100	5	4659	37	51	88	2876
Bosque Espinoso	110	0	864	28	40	68	682
Pastizal	91	0	725	17	32	49	453
Veg. Acuática y Subacuática	32	0	722	18	34	52	621

(1) Frecuencia total; (2) frecuencia/ cuadrante; (3) individuos; (4) Papilionidae; (5) Pieridae; (6) totales; (7) recolectas.

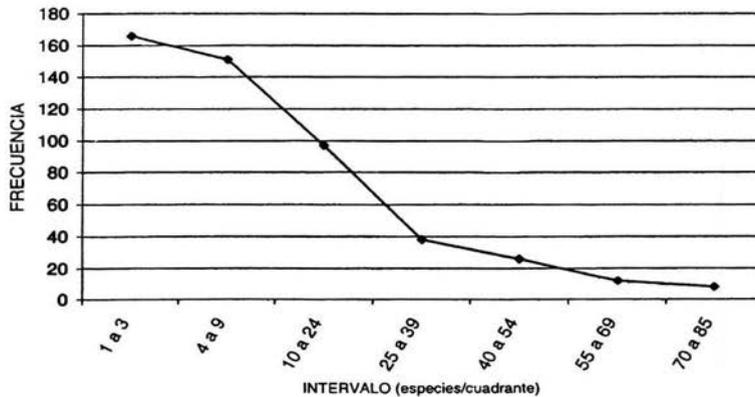


Figura 9
Frecuencias de especies por cuadrante.

Oñate-Ocaña *et al.*: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

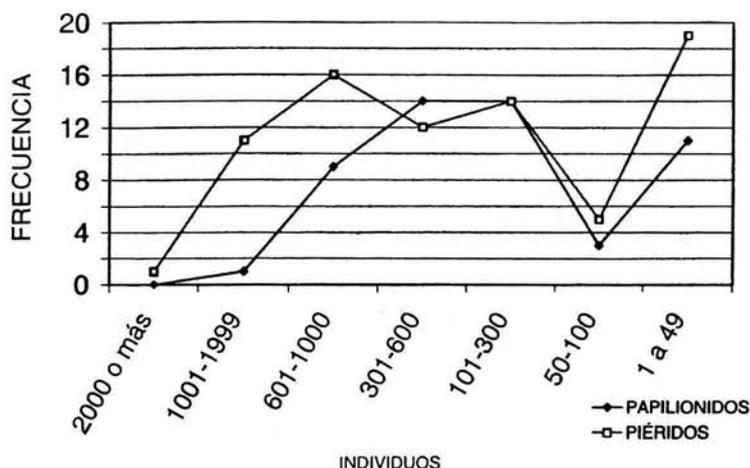


Figura 10
Frecuencia de individuos por especie.

CONCLUSIONES

- (1) El grado de ignorancia de los 336 cuadrantes desconocidos es importante, aunque los dos tipos de vegetación más abundantes en éstos están bien representados en los cuadrantes conocidos.
- (2) El 53% de los cuadrantes documentados tiene una sola localidad. En ellos se requiere un análisis detallado sobre los tipos de vegetación, variaciones de altitud y clima, para determinar la importancia del conocimiento/ ignorancia de esta única localidad. Además, deberían compararse las características de la localidad con el resto del cuadrante, el conocimiento de cuadrantes adyacentes, y su variedad de vegetación y climas.
- (3) Se requiere cuantificar las distancias de las localidades (2, 3, 4 o más) entre sí y determinar cuan diferentes pueden ser las localidades de un mismo cuadrante, caracterizándolas por su tipo de vegetación, altitud, clima de forma primaria y las especies allí registradas. Esto implicaría un trabajo cuadrante por cuadrante sobre la diversidad alfa, beta y gamma en aquellos cuadrantes mejor

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

recolectados, o en aquellos con pocas localidades pero con suficientes datos para hacer comparaciones.

- (4) El mapa de número de recolectas por cuadrante es poco informativo, ya que no se cuenta con la referencia del número de localidades asociado (podrían ser cuatro recolectas en cuatro localidades distintas y con cuatro registros de una misma especie de distribución amplia). Este caso sería distinto si tuviéramos una sola localidad con cuatro recolectas que tuvieran varios registros de la literatura, pues éstas a veces no tienen fechas, entonces pueden ser tomadas como la misma recolecta, pero los registros pueden ser de especies de distribución restringida o de especies raras. Para evaluar esto, podría elaborarse un mapa de recolectas/ localidad para cada cuadrante. Sería posible evaluar los datos tomando en cuenta varios factores (colectas/ localidades; números de localidades, registros e individuos), asignando un valor a cierto rango de número de registros y al número de individuos. Se sugiere analizar primero, detalladamente, los cuadrantes bien recolectados, después los poco conocidos, y luego establecer prioridades de estudio teniendo en cuenta la distribución potencial de aquellas especies que consideramos endémicas y/o raras.
- (5) Al menos el 32.2% de los cuadrantes tiene más de 50 individuos, 8.8% de 51-100 y el resto (23.4%) tiene más de 100. Se tiene un porcentaje de cuadrantes bien conocidos (9.2%) con más de 500 individuos. En estos cuadrantes es donde se pueden enfocar análisis futuros y caracterizar las localidades de acuerdo con el tipo de vegetación, clima, altitud y especies de papilionidos y piéridos. Asimismo, sería de gran interés el tener la información sobre el número de localidades, número y período de recolectas, especies características, así como la distancia y diferencia entre las localidades.
- (6) El Bosque de Coníferas y Encinos es el tipo de vegetación más diverso (con mayor riqueza de especies tanto de papilionidos como de piéridos) lo que coincide con plantas y vertebrados. En el Bosque de Coníferas y Encinos se han registrado 112 especies en total, 43 de papilionidos y 69 de piéridos, seguido del Bosque Tropical Perennifolio (101 totales, 40 de papilionidos y 61 de piéridos) y el Bosque Tropical Caducifolio (100 totales, 40 de papilionidos y 60 de piéridos).
- (7) Los tipos de vegetación más recolectados son el Matorral Xerófilo y el Bosque de Coníferas y Encino, aunque también son los que tienen mayor extensión en México, por lo que no resultan ser los mejor conocidos, si se consideran proporciones.
- (8) El Bosque Mesófilo de Montaña es el tipo de vegetación mejor conocido, seguido del Bosque Tropical Subcaducifolio, la Vegetación Acuática y Subacuática, el Bosque Tropical Caducifolio, y el Bosque de Coníferas y Encinos.

Oñate-Ocaña et al.: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

(9) Las áreas mejor estudiadas resultaron ser: Veracruz: región de Los Tuxtlas (hacia los 18° LN y -95 ° LW), alrededores de Xalapa, Teocelo, Presidio, Santa Rosa (19° LN, -96 y -97 ° LW), Orizaba y Fortín de Las Flores (18° LN y -97 LW); Chiapas: Santa Rosa Comitán, El Chorreadero, Chiapa de Corzo, Ocozocuahtla (16° LN, -92° y -93° LW), Chimalapa y Tacaná (15° LN y -92° LW); Guerrero: la Sierra de Atoyac de Álvarez (entre 17° LN y -100 ° LW) y Omiltemi (17° LN y -99° LW); Oaxaca: Sierra de Juárez (17° LN y -96° LW); San Luís Potosí: Axtla, Xilitla, Tamazunchale, Cañón Tlamaya; Hidalgo: Jacala, Chapulhuacán; y Querétaro: Jalpan de Serra, entre los 21° LN, -98° y -99° LW.

Como ideas para análisis futuros, se sugiere iniciar el estudio del número de especies, su abundancia, estacionalidad y papel que juegan en los ecosistemas, para descubrir especies "clave" en la conservación de los ecosistemas, identificar especies raras o en peligro de desaparecer, reconocer especies endémicas, caracterizar comunidades en ecosistemas específicos y predecir la distribución de especies conocidas (distribución potencial). Otros objetivos relevantes serían el predecir la aparición de nuevas especies al intensificar el muestreo, detectar áreas de mayor riqueza, áreas de endemismo y áreas de mayor diversidad, así como cambios estacionales, espaciales y temporales en la diversidad. Estas bases seguramente serán fundamentales para el manejo de los recursos y la postulación de áreas prioritarias para la conservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Armando Luis Martínez, Isabel Vargas Fernández, Jorge Soberón Mainero y Raúl Giménez Rosenberg por la información proporcionada y la colaboración en el procesamiento de los datos. También agradecemos a los proyectos DGAPA-IN 200394, DGAPA-IN 207995 y DGAPA-IN 211397.

REFERENCIAS

- Ceballos, G. 1993. Especies en peligro de extinción. En: Flores, O. & A. Navarro (comps.), *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias, No. especial 7: 5-10.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. En: Sarukhán, J. & R. Dirzo (eds.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Conabio, México D.F. Pp. 43-55.

Acta Zool. Mex. (n.s.) 81 (2000)

- Flores, O. & P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Conabio-UNAM, México.
- Glowka, L., F. Burheme-Guilmin, H. Syngé, J. A. Mcneely & J. Lotha-Gündling. 1996. Guía del convenio sobre la diversidad biológica. *Environmental policy and law paper* No. 30. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza).
- Harcourt, C. & J. Sayer (eds). 1996. *The Conservation Atlas of tropical forests: The Americas*. Simon & Schuster, IUCN, CIFOR, WCMC, BP. New York. 335 pp.
- Llorente, J. & A. Luis. 1993. Conservation-oriented analysis of Mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). En: *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Oxford University Press, New York. Pp. 149-178.
- Llorente, J., A. Luis, I. Vargas & J. Soberón M. 1993. Biodiversidad de las mariposas: Su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. Esp. 44: 313-324.
- Llorente, J., L. Oñate, A. Luis & I. Vargas. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración. Conabio y Facultad de Ciencias (UNAM), México D. F. 229 pp.
- Mittermeier, R. & C. Goetsch de Mittermeier. 1992. Importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. & R. Dirzo (eds.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Conabio, México D.F. Pp. 43-55.
- Navarro, A. & H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. En: Flores, O. & A. Navarro (comps.), *Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias*, número especial 7: 45-54.
- Peterson, A. T., A. Navarro-Sigüenza & H. Benítez-Díaz. 1998. The need for continued scientific collecting, a geographic analysis of Mexican bird specimens. *IBIS* 140: 288-294.
- Ramamoorthy, T., R. Bye, A. Lot & J. Fa. (Eds). 1993. *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York, 812 pp.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México D.F., 432 pp.
- _____. 1992. Diversidad del universo vegetal de México: perspectivas de un conocimiento sólido. En: Sarukhán, J. & R. Dirzo (eds.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Conabio, México D.F. Pp. 251-257.
- Tyler, H., K. S. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail butterflies of the Americas: A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation*. Scientific Publishers. Lima. 376 pp.
- UNAM, 1991. Atlas Nacional de México. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tomos I-III.

Recibido: 25 de abril 2000
Aceptado: 9 de agosto 2000

Oñate-Ocaña et al.: Distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas

APENDICE 1

Lista de las especies mexicanas de Papilionidae y Pieridae (Llorente et al., 1997).

Papilionidae: *Baronia brevicornis*, *Battus philenor*, *B. polydamas*, *B. laodamas*, *B. eracon*, *B. ingenuus*, *B. Lycidas*, *Parides alopheus*, *P. photinus*, *P. montezuma*, *P. eurymedes*, *P. sesostris zestos*, *P. panares*, *P. erithalion*, *P. iphidamas*, *Protographium epidaus*, *P. philolaus*, *P. agesilaus*, *P. dioxippus*, *P. calliste*, *P. thyastes*, *Eurytides salvini*, *Protesilaus macrosilaus*, *Mimoides thymbraeus*, *M. ilus*, *M. phaon*, *Priamides pharnaces*, *P. rogeri*, *P. erostratus*, *P. anchisiades*, *Troilides torquatus*, *Calaides ornythion*, *C. astyalus*, *C. androgeus*, *Heraclides thoas*, *H. cresphontes*, *Papilio indra pergamus*, *P. zelicaon*, *P. polyxenes*, *Pterourus esperanza*, *P. pilumnus*, *P. palamedes*, *P. glaucus*, *P. rutulus*, *P. eurymedon*, *P. multicaudatus*, *Pyrrhosticta garamas*, *P. abderus* y *P. victorinus*.

Pieridae: *Pseudopieris nehemia*, *Enantia lina*, *E. albania*, *E. jethys*, *E. mazai*, *Lieinix lala*, *L. neblina*, *L. nemesis*, *Dismorphia amphiona*, *D. crisia*, *D. eunoe*, *D. theucharila*, *Colias alexandra*, *C. eurytheme*, *C. philodice*, *Zerene cesonia*, *Z. eurydice*, *Anteos clorinde*, *A. maerula*, *Phoebis agarithe*, *P. argante*, *P. neocypris*, *P. philea*, *P. sennae*, *Prestonia clarki*, *Rhabdodryas trite trite*, *Aphrissa boisduvallii*, *A. statira*, *Abaeis nicippae*, *Pyrisitia dina*, *P. lisa*, *P. nise*, *P. proterpia*, *Eurema agave*, *E. boisduvaliana*, *E. daira*, *E. mexicana*, *E. salome*, *E. xanthochlora*, *Nathalis iole*, *Kricogonia lyside*, *Anthocharis cethura*, *A. sara*, *Paramidea lanceolata*, *P. limonea*, *Euchloe guaymasensis*, *E. hyantis*, *Hesperocharis costaricensis*, *H. crocea*, *H. graphites*, *Eucheira socialis*, *Neophasia terlooii*, *Archonias brassolis*, *Charonias theano*, *Catasticta flisa*, *C. flisella*, *Catasticta nimbece*, *C. ochracea*, *C. teutila*, *Pereute charops*, *Melete lycimnia*, *M. polyhymnia*, *Glutophrissa drusilla*, *Pieris rapae*, *Pontia beckeri*, *Pontia protodice*, *Pontia sisymbri*, *Leptopobia aripa elodia*, *Itaballia demophile*, *Itaballia pandosia*, *Pieriballia viardi*, *Perrhybris pamela*, *Ascia monuste*, *Ganyra howarthi*, *G. josephina* y *G. phaloe*.

CUADRO 3.1
 NÚMERO DE INDIVIDUOS, ESPECIES, RECOLECTAS Y LOCALIDADES CON REGISTRO DE PAPILÓNIDOS Y PIÉRIDOS PARA LOS
 CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS.

Idcuadrante	PIERIND	PIERSPP	PIERCOL	PIERLOC	PAPSPP	PAPIND	PAPCOL	PAPLOC	TOTALIND	TOTALSPP
162	3124	51	174	18	34	595	106	12	3719	85
85	2489	38	101	20	22	373	62	16	2862	60
205	2177	23	46	6	10	67	25	4	2244	33
212	1739	43	167	18	29	912	157	17	2651	72
164	1410	47	72	8	29	439	51	6	1849	76
173	1363	30	207	37	8	167	75	18	1530	38
110	1191	44	137	24	32	1034	149	32	2225	76
132	987	35	179	34	24	758	158	27	1745	59
71	955	51	185	21	32	1065	182	17	2020	83
261	905	40	140	27	23	505	114	20	1410	63
120	605	41	71	10	31	440	59	6	1045	72
117	598	46	114	20	33	1065	182	17	1663	79
190	536	33	78	20	28	424	97	18	960	61
546	535	11	19	9	4	59	9	3	594	15
84	502	33	72	21	19	295	47	14	797	52
264	416	43	54	17	23	168	46	14	584	66
281	404	33	49	14	18	66	29	7	470	51
393	370	17	50	25	3	10	8	4	380	20
165	366	31	43	8	17	54	27	7	420	48
367	350	17	42	19	4	27	10	7	377	21
17	345	43	56	6	29	179	42	8	524	72
360	337	25	65	27	12	38	21	10	375	37
23	302	37	59	18	28	122	50	14	424	65
365	289	15	48	30	5	31	16	11	320	20
56	267	27	48	6	17	133	40	5	400	44
319	264	18	30	11	2	31	9	2	295	20
112	241	34	39	8	24	203	29	8	444	58
332	218	27	35	13	12	41	13	6	259	39
436	216	14	24	10	0	0	0	0	216	14
2	215	37	65	17	21	91	28	15	306	58
286	212	27	49	11	18	161	49	14	373	45

CUADRO 3.2
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS DE PAPILIÓNIDOS Y/O PIÉRIDOS

idcuadrante	lat	lat2	long	long2
2	15	15.49	-92	-92.49
17	16	16.499	-92	-92.499
23	16.5	16.999	-93	-93.499
56	17.5	17.999	-92.5	-92.999
71	17.5	17.999	-96	-96.499
84	17.5	17.999	-99.5	-99.999
85	17	17.499	-100	-100.499
110	18	18.499	-95	-95.499
112	18.5	18.999	-95	-95.499
117	18.5	18.999	-96.5	-96.999
120	18.5	18.999	-97	-97.499
132	18.5	18.999	-99	-99.499
162	19	19.499	-96.5	-96.999
164	19.5	19.999	-96.5	-96.999
165	19	19.499	-97	-97.499
173	19	19.499	-99	-99.499
190	19	19.499	-103.5	-103.999
205	20.5	20.999	-88.5	-88.999
212	20	20.499	-97.5	-97.999
261	21	21.499	-98.5	-98.999
264	21	21.499	-99	-99.499
281	21	21.499	-104.5	-104.999
286	21.5	21.999	-105	-105.499
319	22.5	22.999	-109.5	-109.999
332	23	23.499	-99	-99.499
360	23	23.499	-106	-106.499
365	23	23.499	-109.5	-109.999
367	23.5	23.999	-109.5	-109.999
393	24	24.499	-110	-110.499
436	26.5	26.999	-111.5	-111.999
546	30	30.499	-108	-108.499

CUADRO 3.3
LOCALIDADES MÁS RICAS EN ESPECIES DE LOS CUADRANTES CON MÁS INDIVIDUOS

idcuadrante	ESTADO	LOCALIDAD	ESPECIES	PAPILIO	IERIDO	JEMPLARES
17	CHI	Santa Rosa, Comitán	65	24	41	413
71	OAX	Chiltepec	56	27	29	457
71	OAX	Jacatepec	43	19	24	138
71	OAX	Metates, Sierra de Juárez	55	20	35	229
71	OAX	Naranjal, Chiltepec	46	20	26	339
71	OAX	Puerto Eligio, Sierra de Juárez	40	15	25	126
71	OAX	San Martín Soyolapan	48	21	27	136
85	GRO	Las Parotas, Atoyac de Alvare	40	14	26	434
110	VER	Cerro El Vigía	58	29	29	466
110	VER	Dos Amates	56	27	29	277
117	VER	Atoyac	41	14	27	65
117	VER	Córdoba	71	31	40	603
120	VER	Fortín de las Flores	60	23	37	617
120	VER	Orizaba	59	24	35	243
132	MOR	Cuernavaca	47	18	29	371
132	MOR	Tepoztlán	50	24	26	342
162	VER	Coatepec	41	13	28	132
162	VER	Presidio	78	30	46	455
162	VER	Teocelo	61	23	38	1915
164	VER	Jalapa	74	28	46	1076
164	VER	Misantla	40	16	24	98
164	VER	Parque Francisco Javier Clavi	41	11	30	562
190	COL	Colima	45	19	26	437
212	PUE	Barranca de Patla	61	28	33	416
212	PUE	La Ceiba	60	26	34	629
212	PUE	Tequezquitta	63	26	37	1082
261	SLP	Axtla	57	18	39	59
261	SLP	Chapulhuacán	57	18	39	60
261	SLP	Huichihuayan	57	18	39	59
261	SLP	Palitla	59	19	40	266
261	SLP	Tamán	57	18	39	59
261	SLP	Tamazunchale	59	20	39	276
261	SLP	Xilitla	58	19	39	115
264	HGO	Jacala	44	14	30	192
264	QRO	Jalpan de Serra	41	14	27	47
264	SLP	Cofre Viejo	58	19	39	58
264	SLP	Landa de Matamoros	40	13	27	40

CUADRO 3.4
COMPARACIÓN DEL CONTENIDO ESPECÍFICO EN LOS CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS.

ESPECIE	Idespecie	2	17	23	56	71	84	85	110	112	117	120	132	162	164	165	173	190	205	212	261	264	281	286	319	332	360	365	367	393	436	546			
<i>Baronia brevicornis</i>	1							1						1					1																
<i>Baronia brevicornis</i>	2																																		
<i>Battus philenor</i>	4			4				4		4	4	4	4	4	4			4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4			4			
<i>Battus philenor</i>	6																			6															
<i>Battus polydamas</i>	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7							
<i>Battus laodamas</i>	8							8	8																8	8							8		
<i>Battus laodamas</i>	9			9	9	9			9	9	9	9			9	9																			
<i>Battus eracon</i>	10							10												10														10	
<i>Battus ingenuus</i>	12	12	12	12	12	12			12	12	12	12																							
<i>Battus lycidas</i>	13	13			13	13			13	13					13																				
<i>Parides alopius</i>	14													14																					
<i>Parides photinus</i>	15	15	15	15		15	15	15	15		15	15	15	15	15	15	15		15		15	15	15	15	15							15			
<i>Parides montezuma</i>	17	17		17			17	17	17	17	17	17	17	17	17	17				17	17	17	17	17	17		17	17							
<i>Parides eurymedes</i>	19	19	19	19	19	19			19	19	19	19			19	19	19	19																	
<i>Parides sesostris</i>	21		21		21	21			21	21	21				21		21																		
<i>Parides panares</i>	22			22	22	22			22	22	22	22			22																				
<i>Parides panares</i>	23		23																																
<i>Parides erithalion</i>	24	24	24	24	24	24			24	24	24	24			24						24														
<i>Parides erithalion</i>	25							25	25					25						25					25	25									
<i>Parides iphidamas</i>	27	27	27	27	27	27			27	27	27			27		27																			
<i>Protographium epidaus</i>	29																		29					29	29										
<i>Protographium epidaus</i>	30	30	30	30			30	30					30						30																
<i>Protographium epidaus</i>	31		31	31	31	31			31	31	31	31			31	31	31			31	31	31	31				31								
<i>Protographium pholous</i>	32	32		32	32	32		32	32	32		32	32		32	32	32			32	32	32	32	32	32	32		32							
<i>Protographium agesiaus</i>	33						33	33											33																
<i>Protographium agesiaus</i>	34		34	34	34				34		34	34			34	34				34	34														
<i>Protographium dioxippus</i>	35		35										35								35														
<i>Protographium calliste</i>	36		36			36			36	36	36	36			36	36					36	36	36												
<i>Protographium thyastes</i>	37		37			37			37	37	37	37			37						37														
<i>Protographium thyastes</i>	38							38																											
<i>Eurytides salvini</i>	39		39																		39														
<i>Protesilaus macrosilaus</i>	40					40			40	40	40	40			40	40				40		40													
<i>Mimoides thymbraeus</i>	42	42	42	42		42			42		42	42			42	42	42				42	42	42												
<i>Mimoides thymbraeus</i>	43						43	43						43							43					43	43								
<i>Mimoides ilus</i>	44	44	44	44	44	44			44	44	44	44	44	44	44	44	44				44	44													
<i>Mimoides ilus</i>	45							45						45							45				45	45									
<i>Mimoides phaon</i>	46	46	46	46	46	46			46	46	46	46			46	46	46				46	46	46				46								
<i>Priamides pharnaces</i>	47	47	47	47		47	47		47	47	47	47	47	47	47	47				47	47		47	47	47								47		
<i>Priamides rogeri</i>	48																			48															
<i>Priamides erostratus</i>	49															49					49	49	49												
<i>Priamides erostratus</i>	50						50	50						50							50														
<i>Priamides erostratus</i>	51	51	51	51																															
<i>Priamides anchiades</i>	52	52	52	52	52	52			52	52	52	52	52	52	52	52				52		52	52	52		52									
<i>Troides torquatus</i>	53						53													53															
<i>Troides torquatus</i>	54					54					54	54			54	54					54	54													
<i>Calaides ornithion</i>	55		55	55					55	55			55	55						55		55	55	55				55							
<i>Calaides astyalus</i>	57						57						57								57														
<i>Calaides astyalus</i>	58						58			58	58	58	58		58	58					58	58	58												
<i>Calaides androgeus</i>	60		60	60	60	60			60	60	60	60			60	60	60				60	60	60	60											
<i>Heracles thoas</i>	61	61	61	61	61	61		61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
<i>Heracles crespontes</i>	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	
<i>Papilio polyxenes</i>	67	67	67	67	67	67			67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
<i>Pterourus esperanza</i>	68						68																												
<i>Pterourus pilumnus</i>	69		69	69			69	69	69			69	69	69	69	69	69				69	69	69	69	69		69								

CUADRO 3.5
COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE ESPECIES DE DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA ENTRE LOS CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS.

ESPECIE	2	17	23	56	71	84	85	110	112	117	120	132	162	164	165	173	190	205	212	261	264	281	286	319	332	360	365	367	393	436	546	
<i>Baronia brevicornis brevicornis</i>							1						1					1														
<i>Baronia brevicornis rufodiscalis</i>			2																													
<i>Battus laodamas iopas</i>							8	8										8					8	8				8				
<i>Battus laodamas copanae</i>				9	9	9			9	9	9	9		9	9																	
<i>Battus eracon</i>								10											10													
<i>Battus ingenuus</i>	12	12	12	12	12				12	12	12	12		12																		
<i>Battus lycidas</i>	13			13	13				13	13				13																		
<i>Parides alopis</i>													14											14								
<i>Parides eurymedes mylotes</i>	19	19	19	19	19				19	19	19	19		19	19	19							19									
<i>Parides sesostris zestos</i>		21		21	21				21	21	21			21		21																
<i>Parides panares panares</i>			22	22	22				22	22	22	22		22																		
<i>Parides panares lycimenes</i>			23																													
<i>Parides erithalion polyzelus</i>	24	24	24	24	24				24	24	24	24		24									24									
<i>Parides erithalion trichopus</i>						25	25						25											25	25							
<i>Parides iphidamas iphidamas</i>	27	27	27	27	27				27	27	27			27		27								27	27							
<i>Protographium epidaus tepicus</i>																																
<i>Protographium epidaus fenochionis</i>	30	30	30				30	30						30																		
<i>Protographium epidaus epidaus</i>		31	31	31	31				31	31	31	31		31	31	31														31		
<i>Protographium agesilau fortis</i>						33	33																									
<i>Protographium agesilau neosilau</i>			34	34	34				34	34	34			34	34					34	34											
<i>Protographium dioxippus lacandonens</i>		35										35																				
<i>Protographium calliste calliste</i>	36			36	36				36	36	36	36		36	36						36	36	36									
<i>Protographium thyastes marchandi</i>	37			37	37				37	37	37	37		37																		
<i>Protographium thyastes occidentalis</i>							38																									
<i>Eurytides salvini</i>		39																					39									
<i>Protesilaus macrosilau penthesilaus</i>	40			40	40		40	40		40	40		40	40									40	40								
<i>Mimoides thymbraeus thymbraeus</i>	42	42	42		42			42	42	42	42		42	42	42								42	42	42							
<i>Mimoides thymbraeus aconophos</i>						43	43																									
<i>Mimoides ilus branchus</i>	44	44	44	44	44				44	44	44	44		44	44	44							44	44								
<i>Mimoides ilus occiduus</i>							45																									
<i>Mimoides phaon phaon</i>	46	46	46	46	46				46	46	46	46		46	46	46							46	46	46					46		
<i>Priamides phamaces</i>	47	47	47		47	47			47	47	47	47		47	47									47	47	47					47	
<i>Priamides rogeri</i>																																
<i>Priamides erostratus erostratus</i>						50	50							50																		
<i>Priamides erostratus vazquezae</i>																																
<i>Priamides erostratus erostratus</i>	51	51	51																													
<i>Priamides anchisiades idaeus</i>	52	52	52	52	52				52	52	52	52		52	52																	
<i>Troilides torquatus mazai</i>							53																									
<i>Troilides torquatus tolus</i>					54						54	54		54	54																	
<i>Calaides omythion omythion</i>		55	55					55	55				55	55																55		
<i>Calaides astyalus bajaensis</i>						57							57																			
<i>Calaides astyalus pallas</i>					58				58	58	58	58		58	58																	
<i>Calaides androgeus epidaurus</i>		60	60	60	60				60	60	60	60		60	60	60																
<i>Pterourus esperanza</i>					68																											
<i>Pterourus pilumnus</i>	69	69		69	69	69	69	69		69	69	69		69	69	69																
<i>Pterourus glaucus alexiars</i>																																
<i>Pterourus multicaudatus</i>		76			76	76	76		76	76	76	76		76	76																	
<i>Pyrrhosticta garamas garamas</i>																																
<i>Pyrrhosticta abderus abderus</i>					79																											
<i>Pyrrhosticta abderus baroni</i>																																
<i>Pyrrhosticta abderus electryon</i>		81																														
<i>Pyrrhosticta victorinus victorinus</i>	83	83	83		83				83	83	83	83		83	83	83																
<i>Pyrrhosticta victorinus morelius</i>								84						84																		
<i>Enantia lina marion</i>		86		86	86																											
<i>Enantia albania albania</i>	88	88	88		88				88	88	88		88	88	88																	
<i>Enantia jethys</i>		89			89					89	89		89	89	89																	
<i>Enantia mazai mazai</i>		90								90	90			90	90	90																
<i>Enantia mazai diazi</i>						91	91						91																			
<i>Lieinix lala lala</i>		92																														
<i>Lieinix neblina</i>						94	94																									
<i>Lieinix nemesis atthis</i>	95	95			95				95	95	95	95		95	95	95																

Evaluación del conocimiento de Papilionidae y Pieridae

Capítulo 3

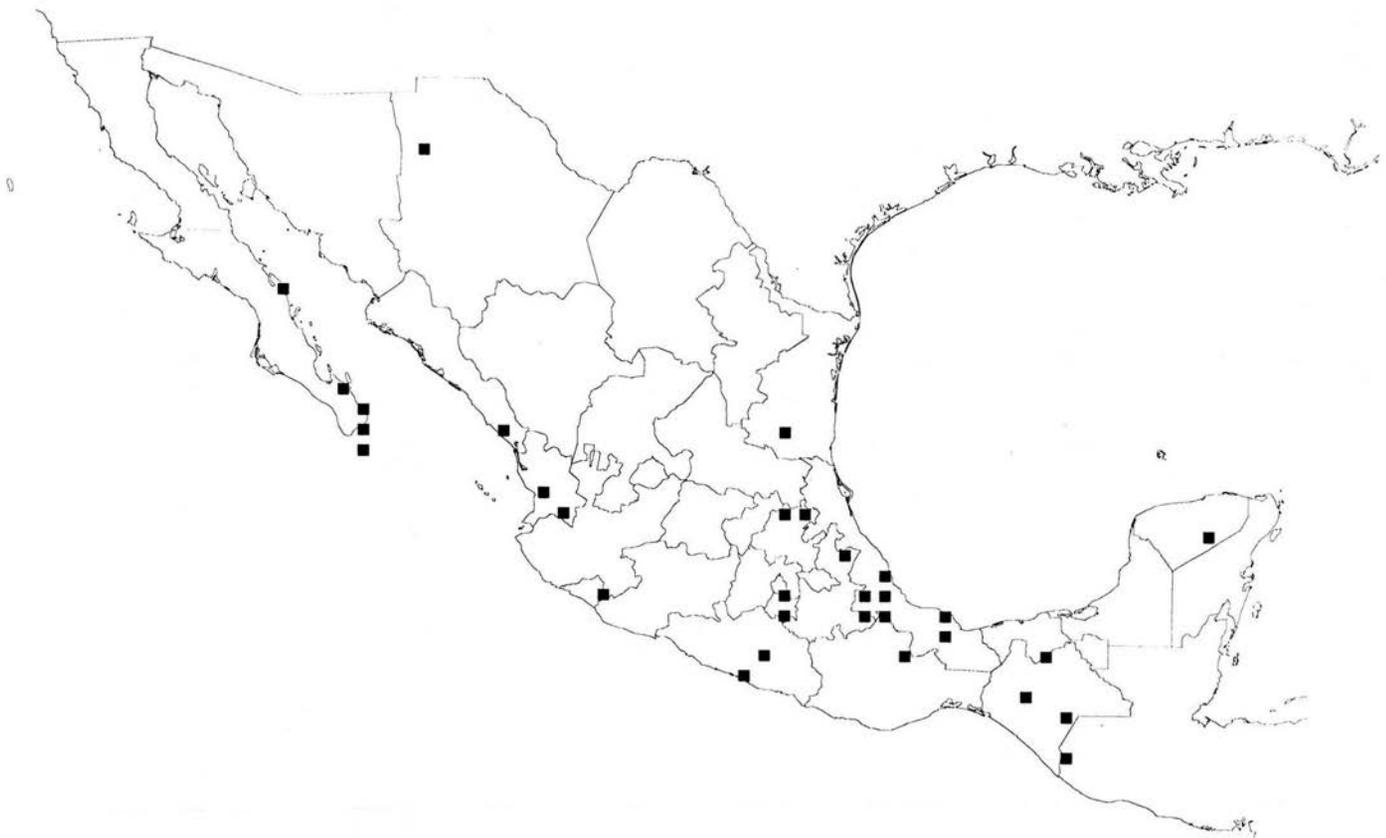
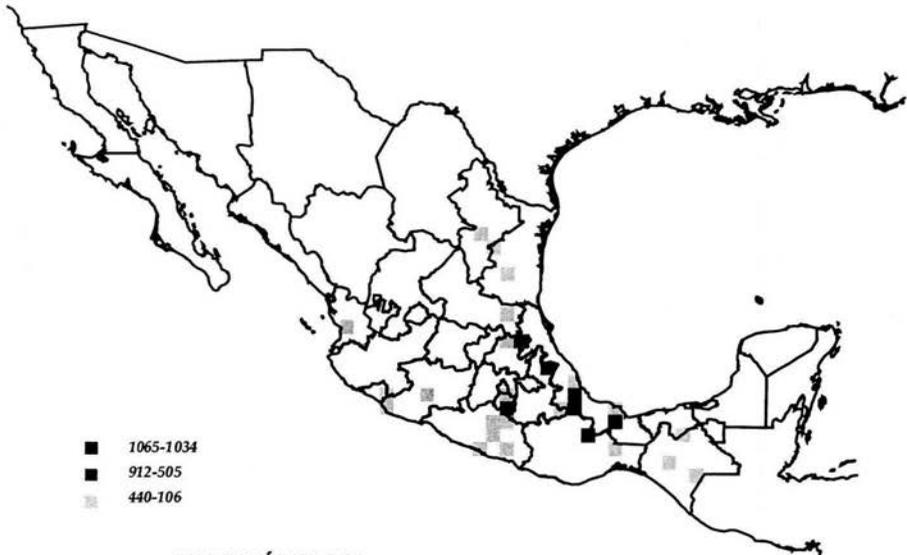


FIGURA 3.1 CUADRANTES CON MÁS DE 200 INDIVIDUOS

FIGURA 3.2 CUADRANTES CON MAYOR NÚMERO DE INDIVIDUOS



PAPILIÓNIDOS



PIÉRIDOS

FIGURA 3.3 CUADRANTES CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES

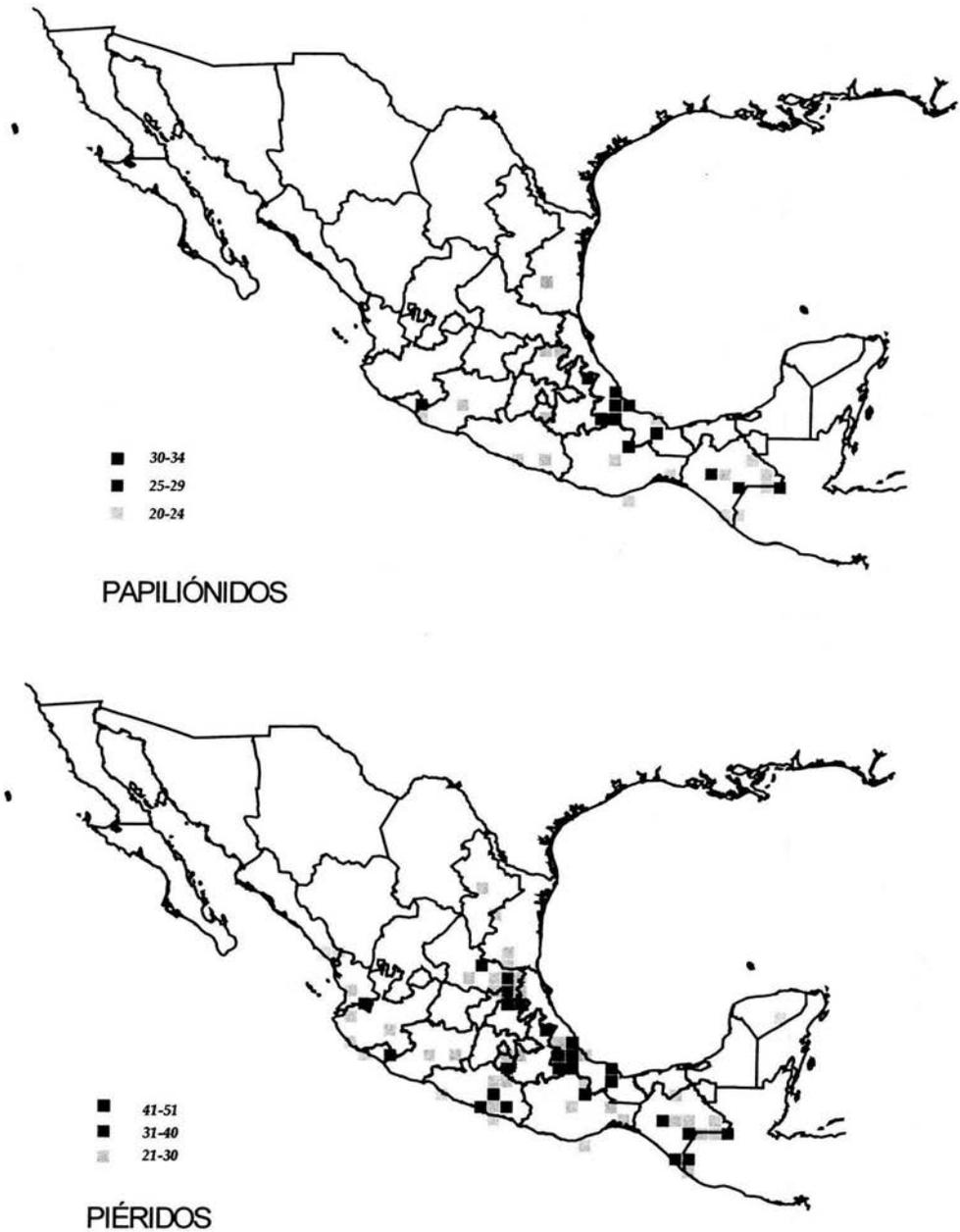


FIGURA 3.4 CUADRANTES CON MAYOR NÚMERO DE RECOLECTAS

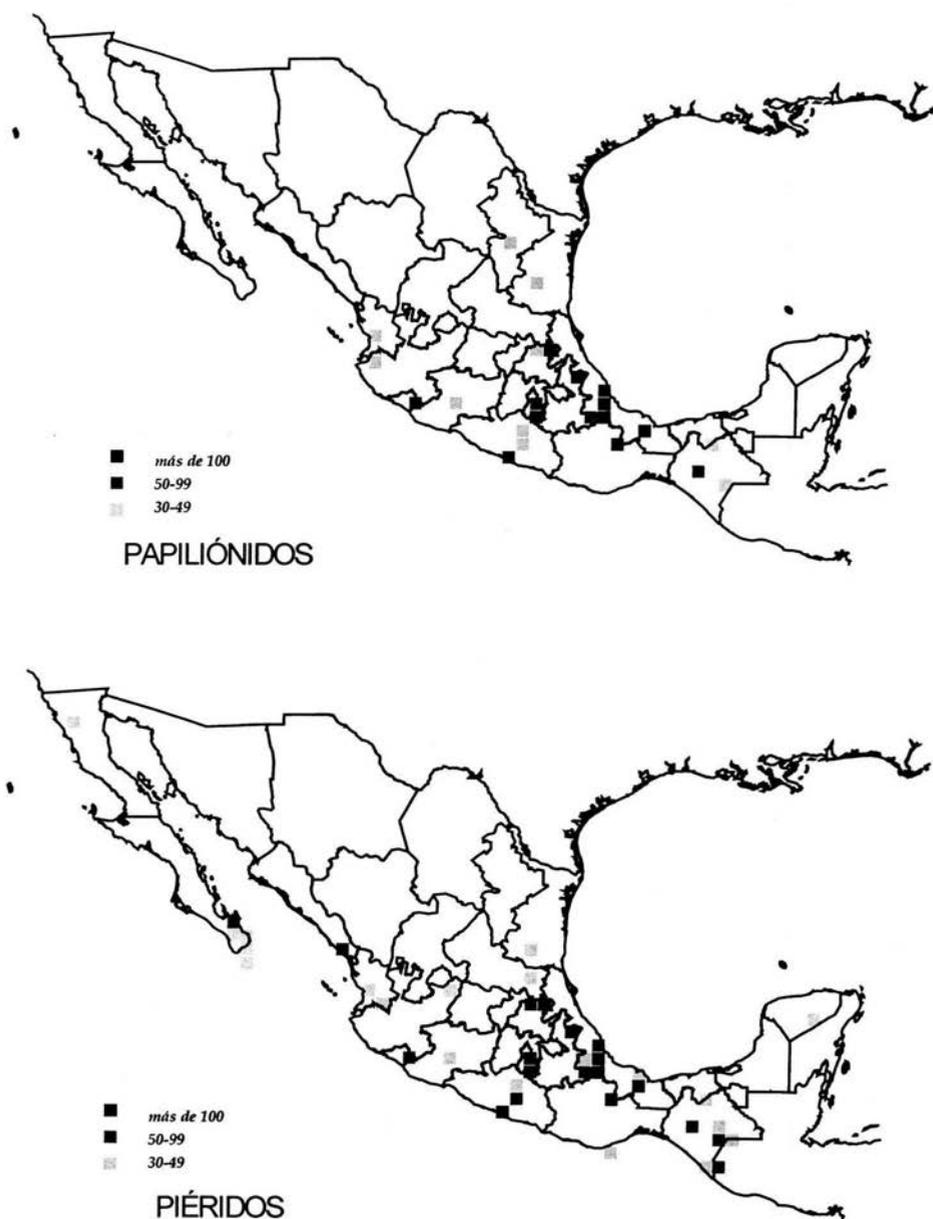
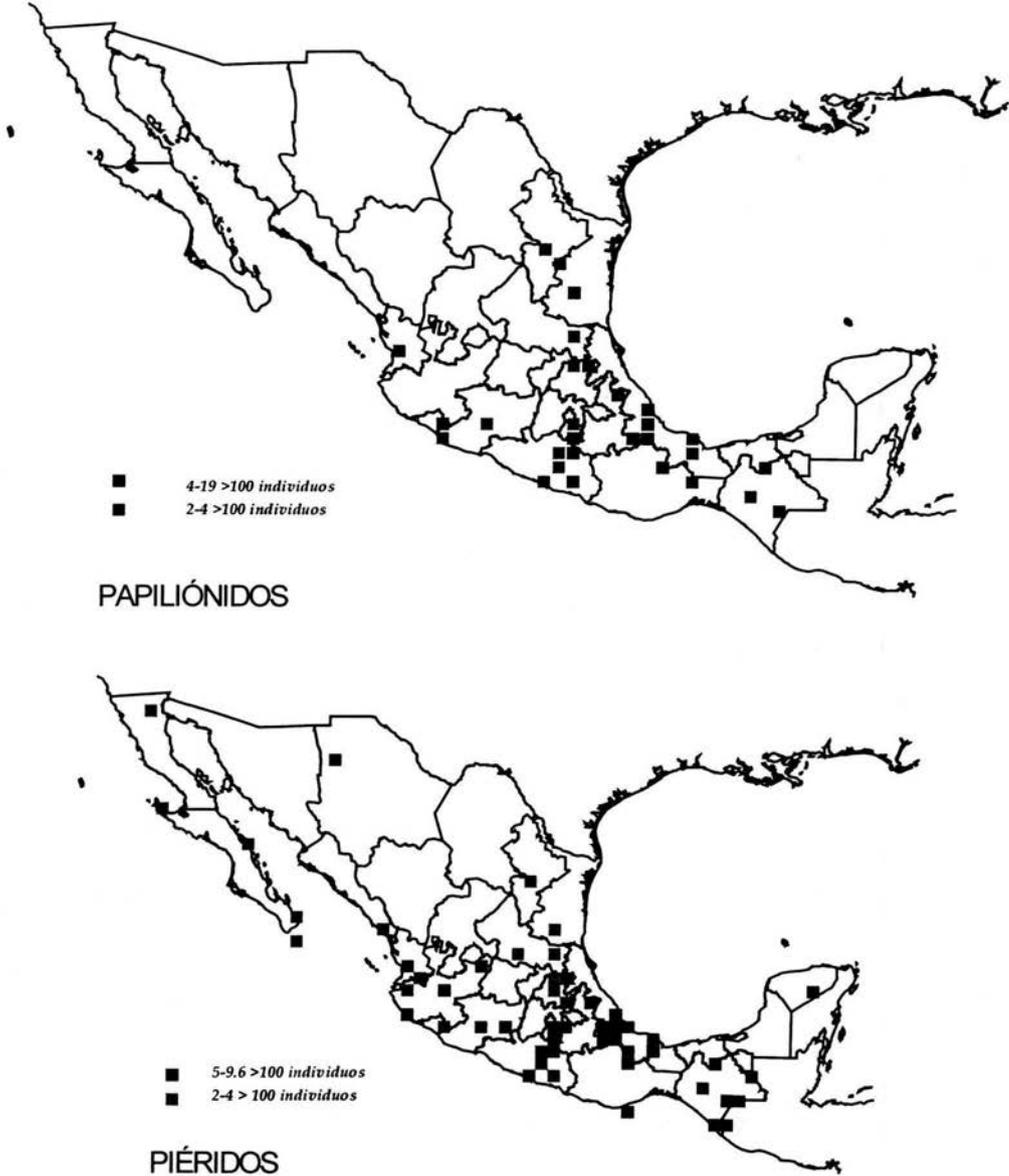


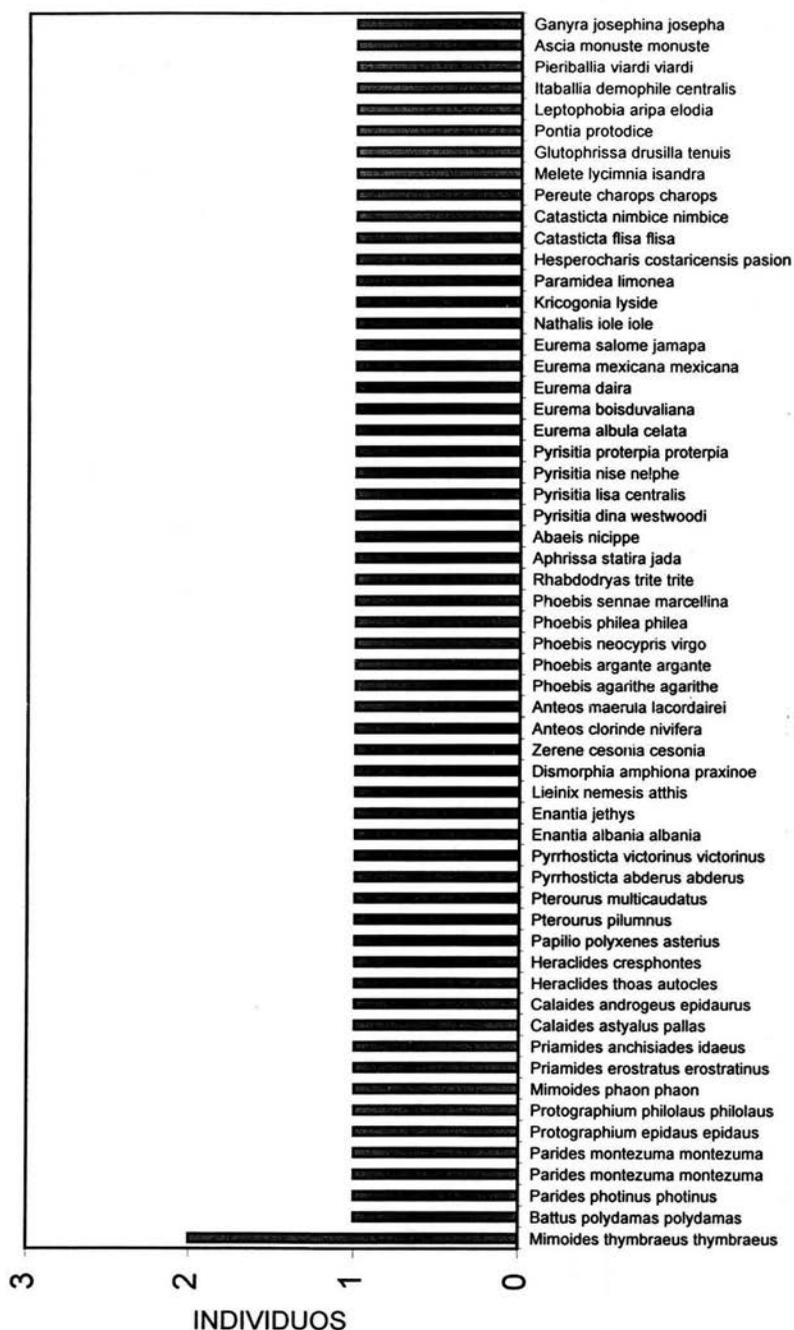
FIGURA 3.5 CUADRANTES CON VALORES MÁS ALTOS DE RECOLECTAS/LOCALIDAD

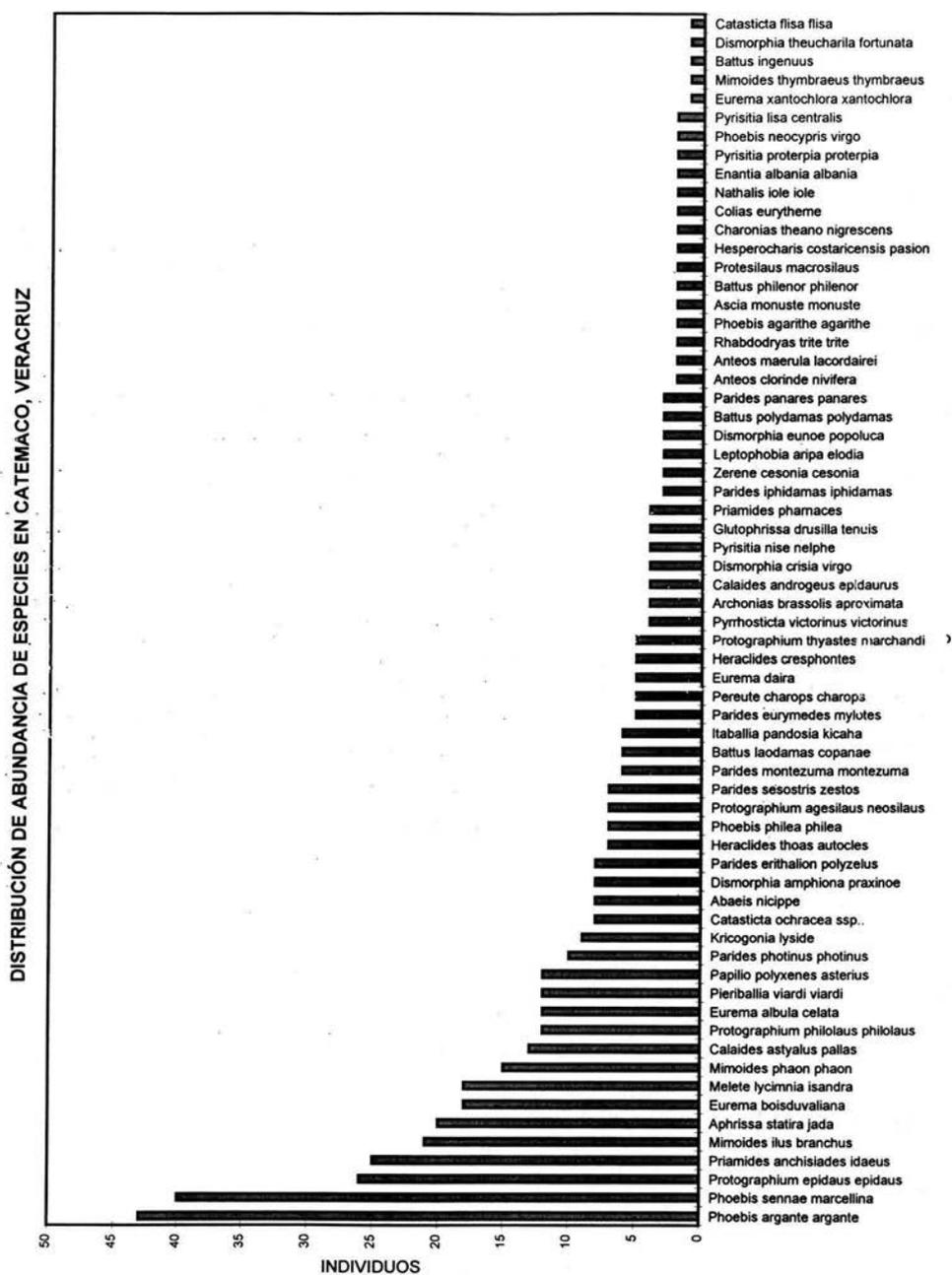


APÉNDICE 3.1

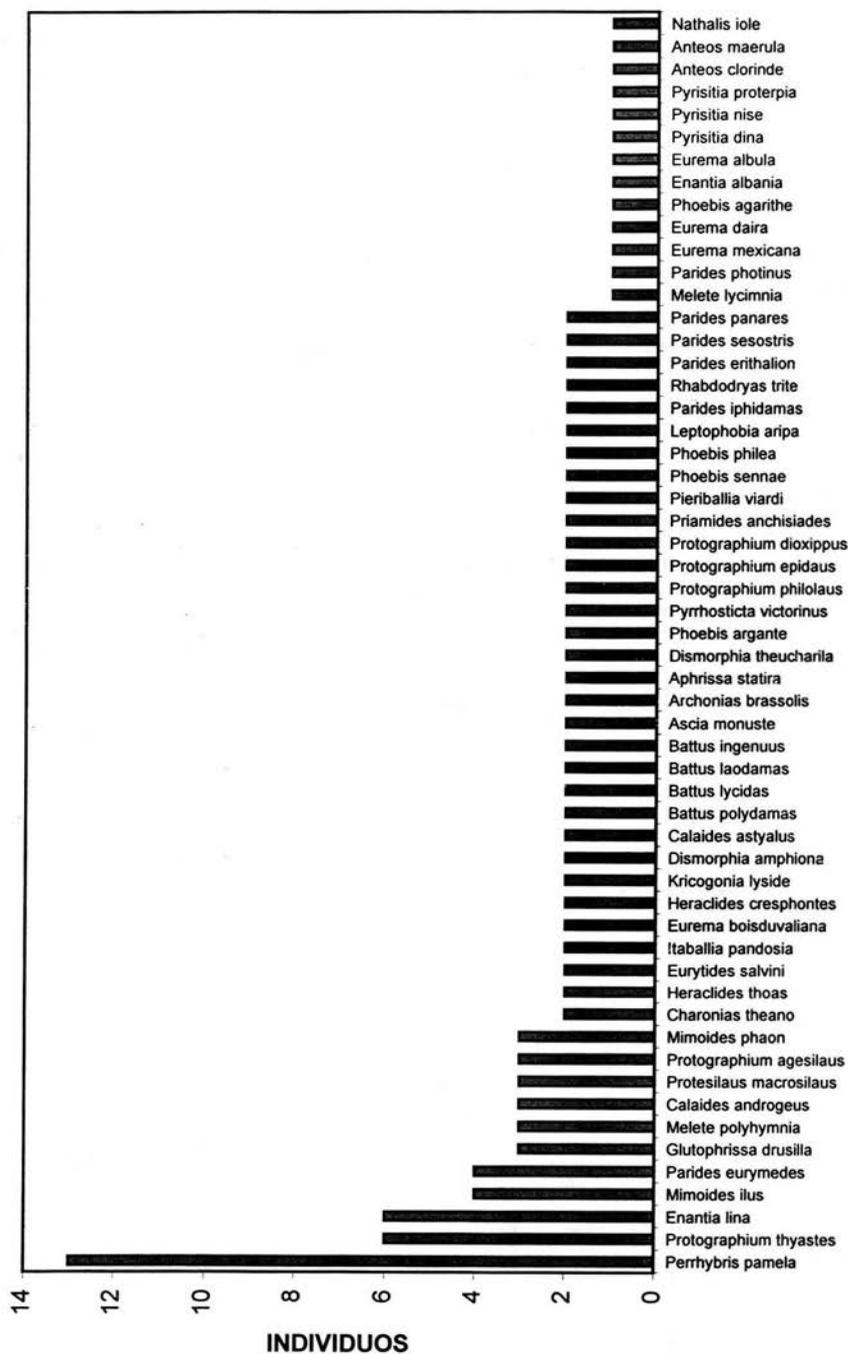
ABUNDANCIA DE ESPECIES DE ALGUNAS DE LAS LOCALIDADES CON MAYOR RIQUEZA ESPECÍFICA

DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN AXTLA

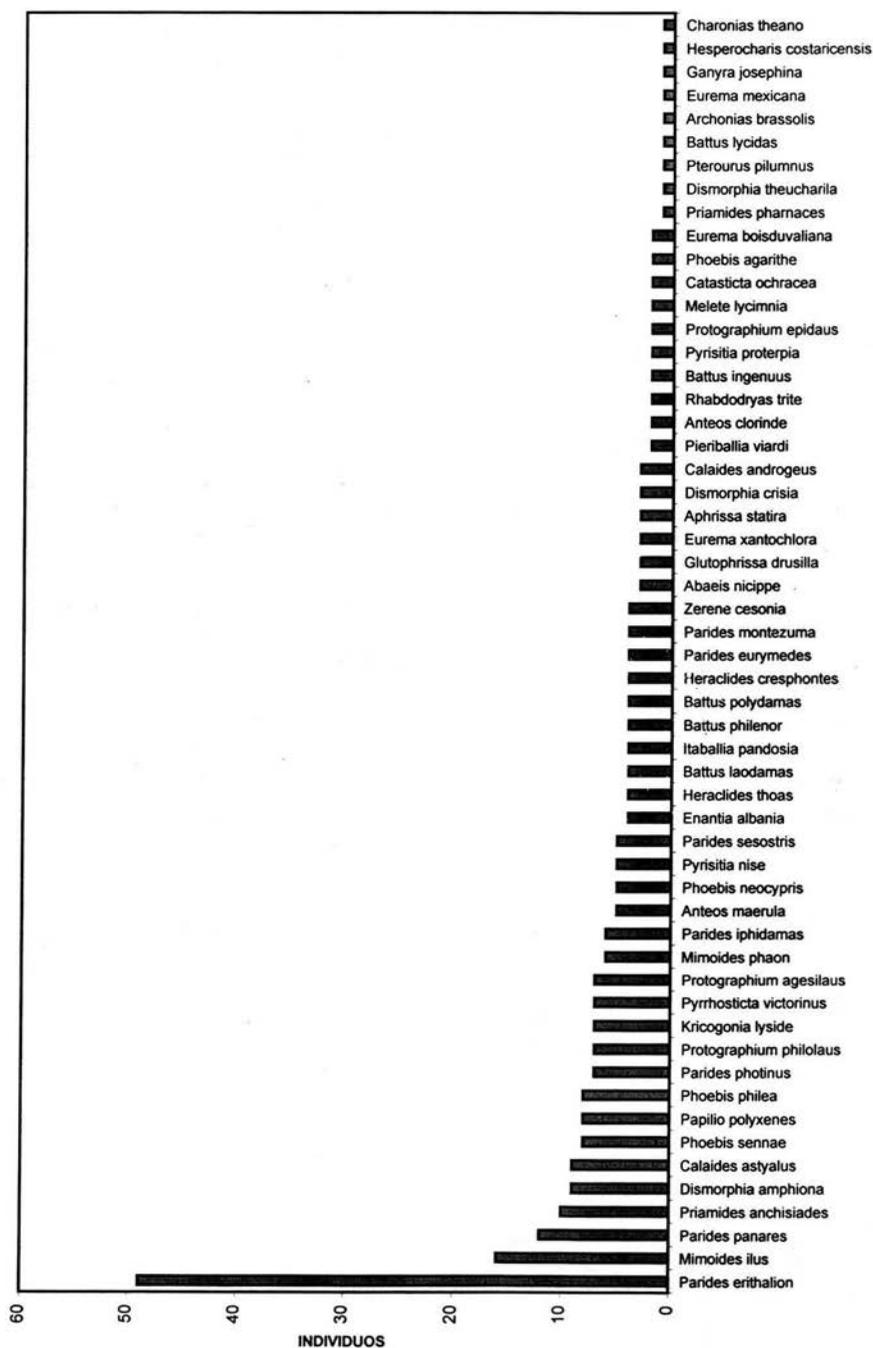




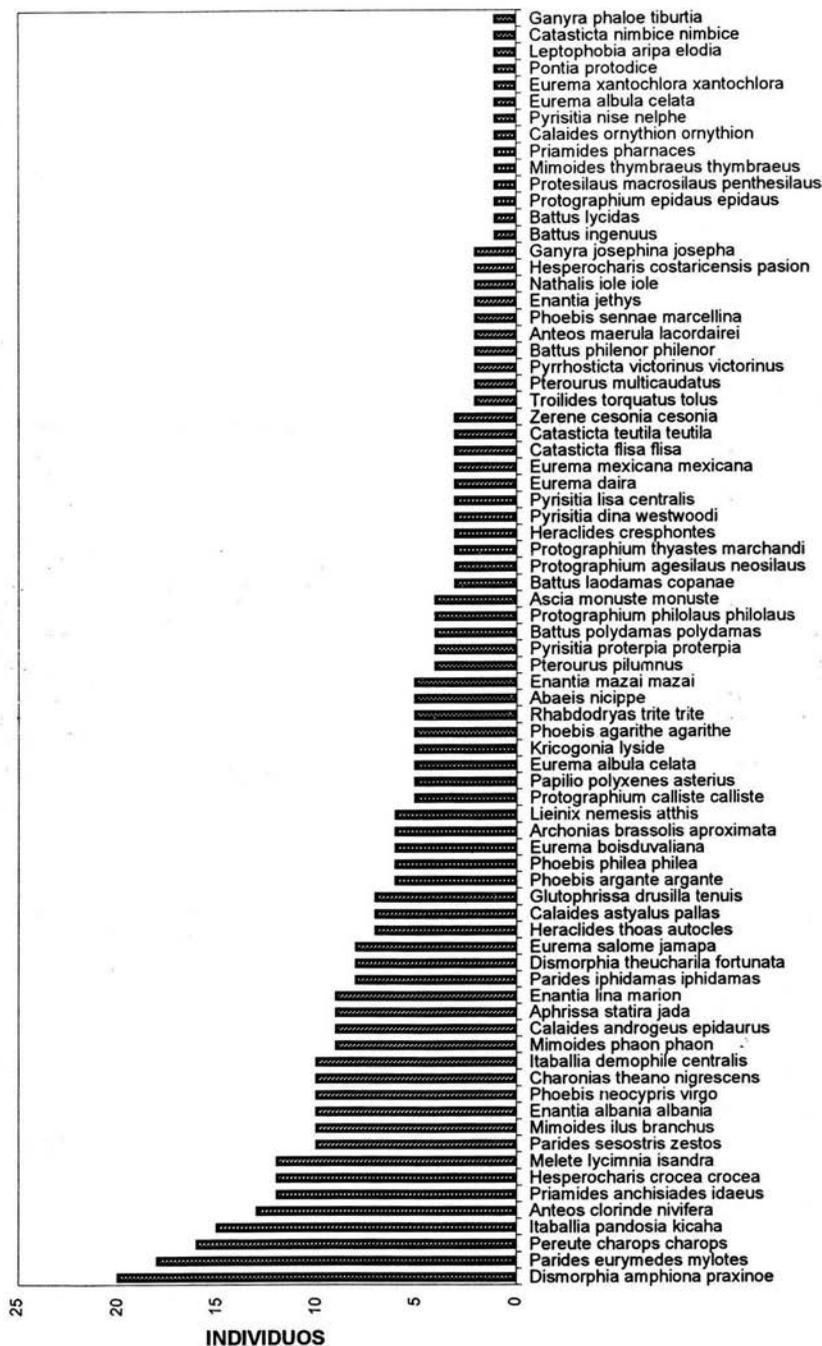
DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN CHAJUL, CHIAPAS



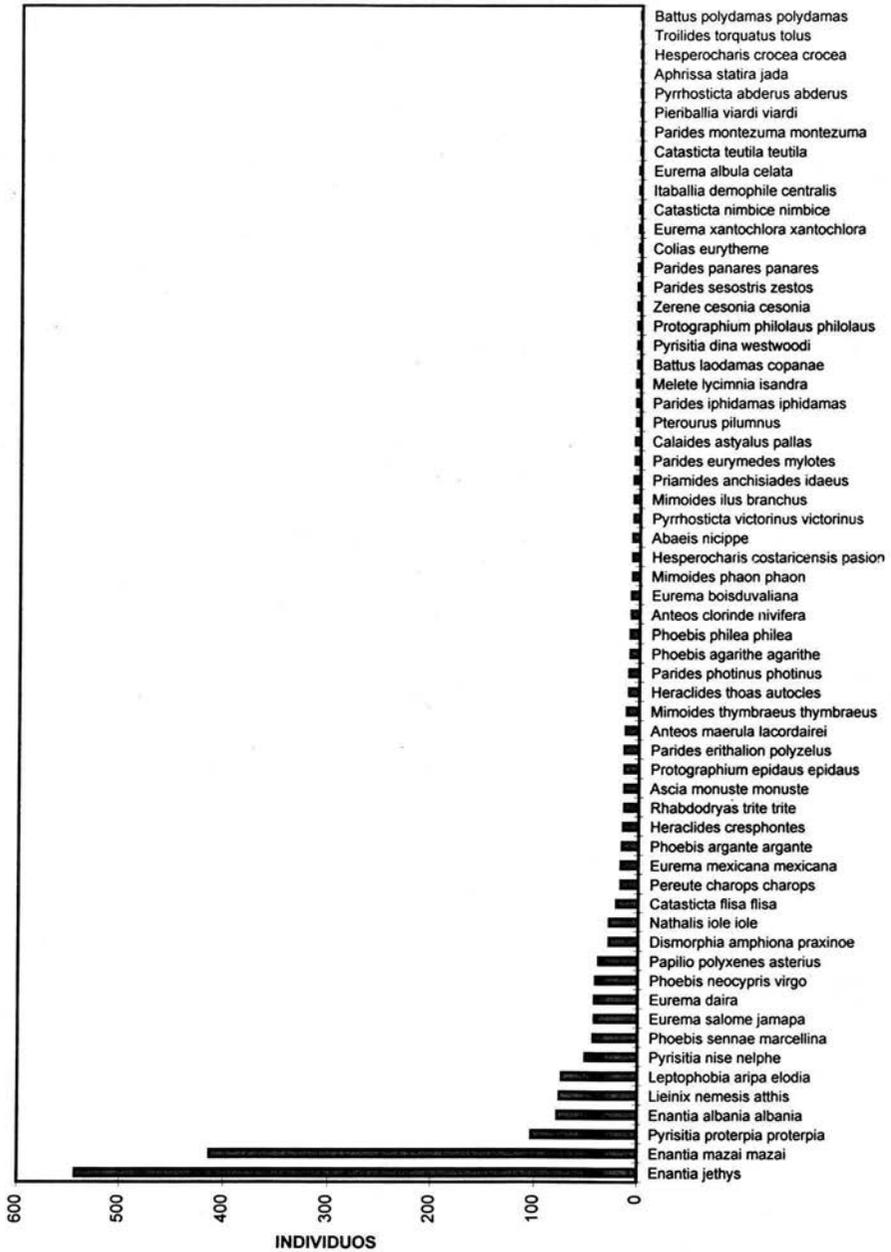
DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN DOS AMATES, VERACRUZ



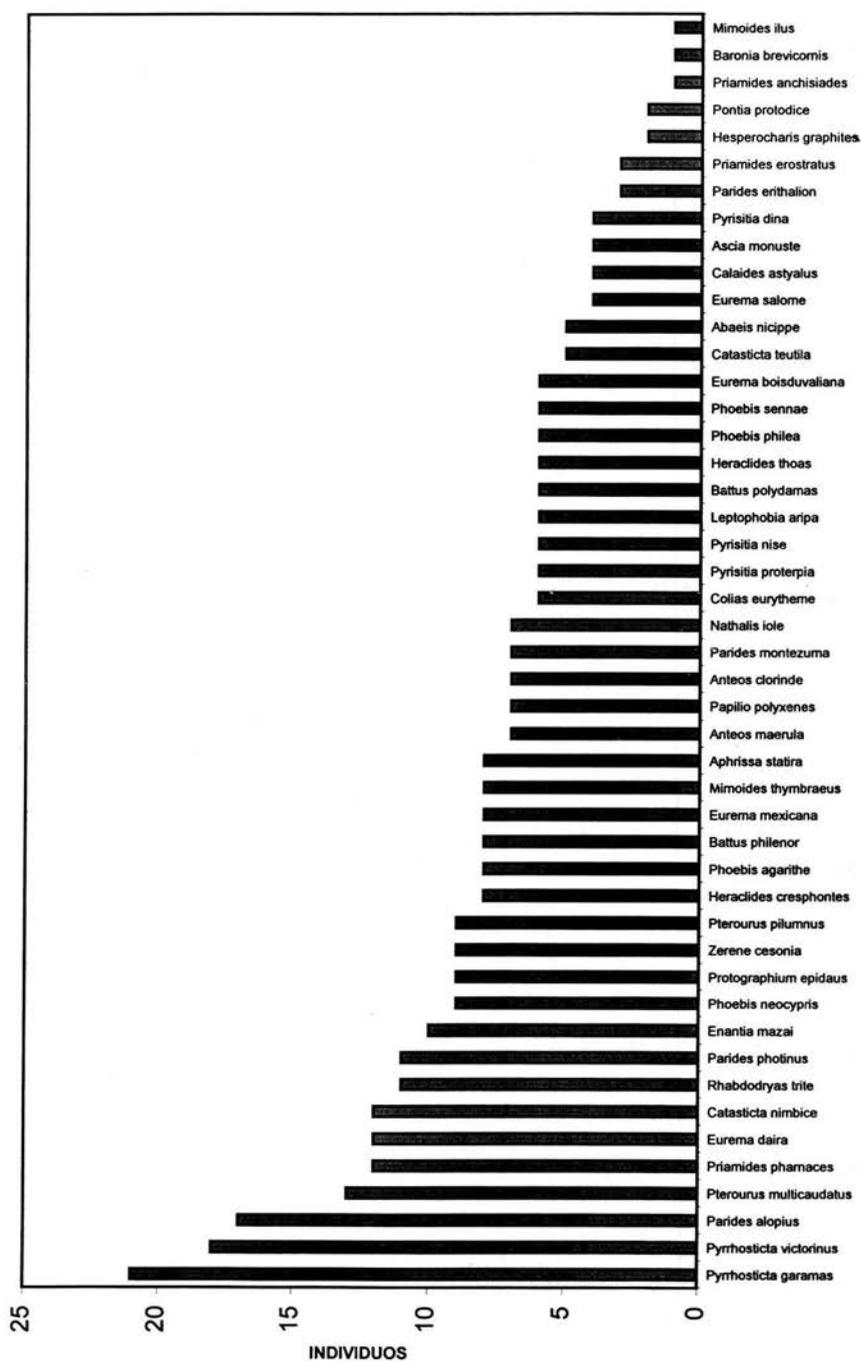
DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN PRESIDIO, VERACRUZ



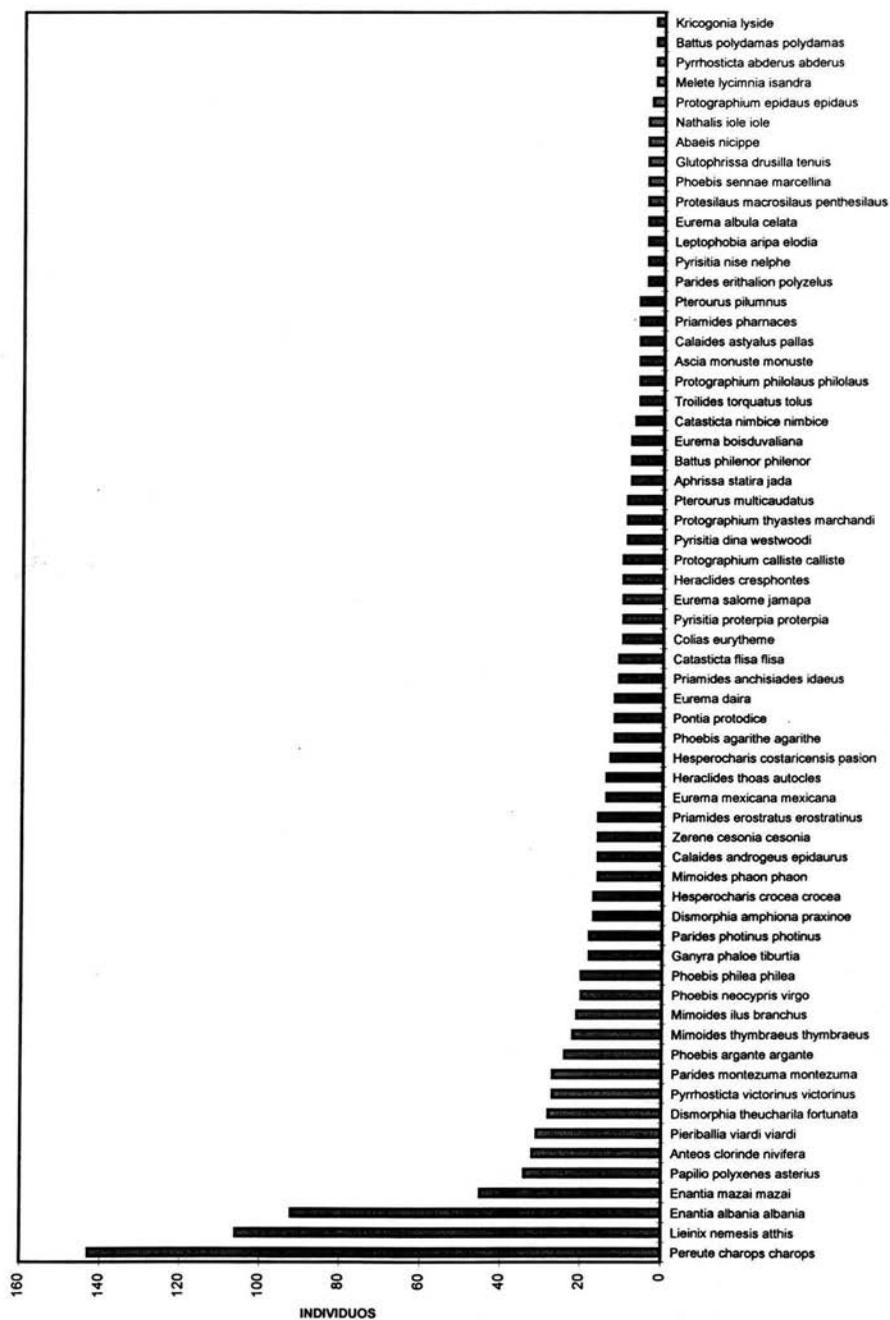
DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN TEOCELO, VERACRUZ



DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN TEPOZTLÁN, MORELOS

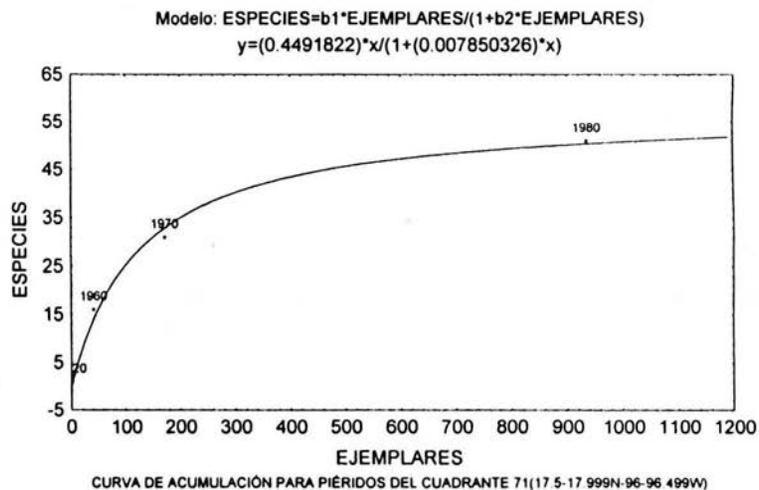
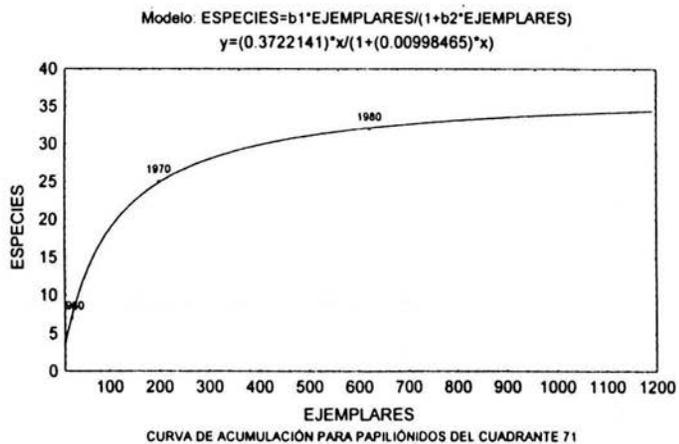
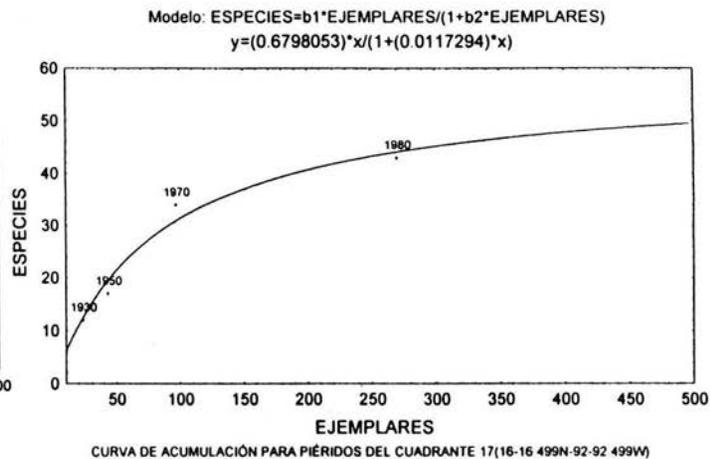
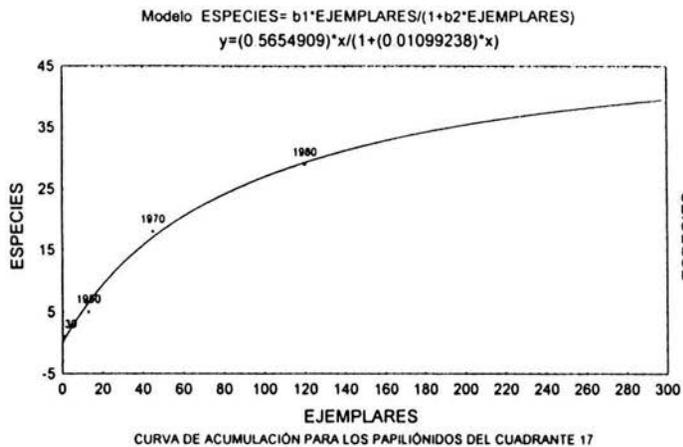


DISTRIBUCIÓN DE ABUNDANCIA DE ESPECIES EN TEQUEZQUITLA, PUEBLA

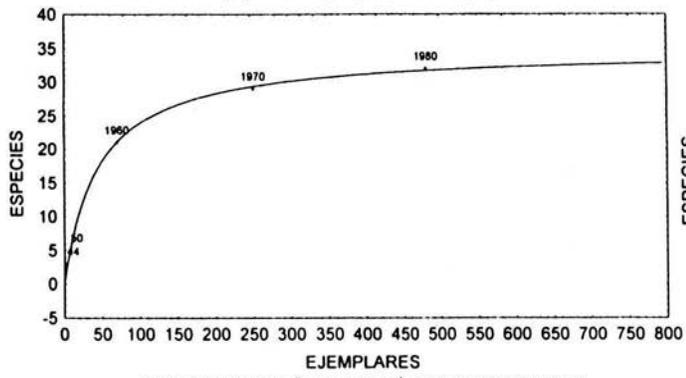


APÉNDICE 3.2

CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA LOS CUADRANTES CON MAYOR RIQUEZA ESPECÍFICA

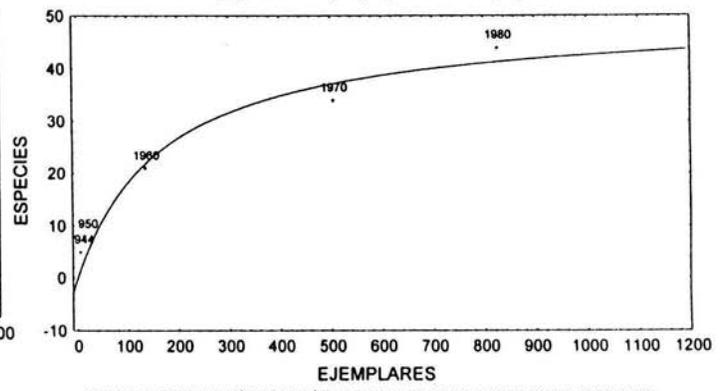


Model: $ESPECIES = b1 * EJEMPLARES / (1 + b2 * EJEMPLARES)$
 $y = (0.7619999) * x / (1 + (0.0219629) * x)$



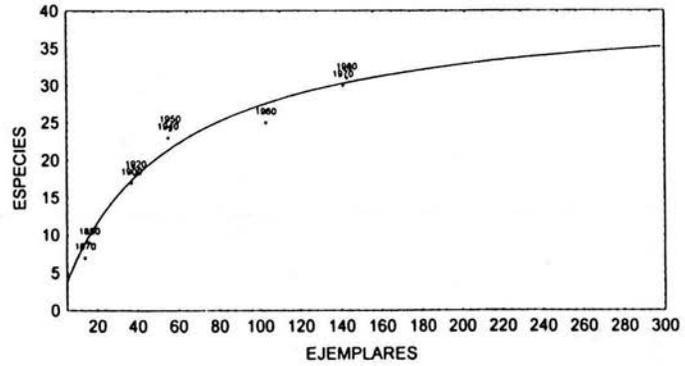
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIDOS DEL CUADRANTE 110

Model: $ESPECIES = b1 * EJEMPLARES / (1 + b2 * EJEMPLARES)$
 $y = (0.2845771) * x / (1 + (0.005682172) * x)$



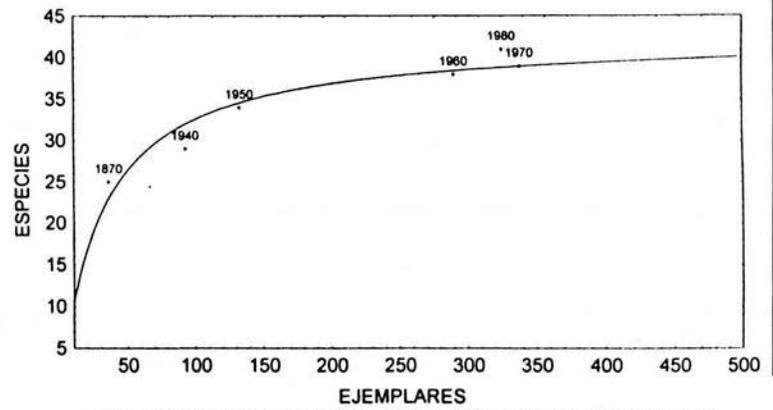
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DEL CUADRANTE 110(18-18 499N-95-95 499W)

Modelo: $ESPECIES = b1 * EJEMPLARES / (1 + b2 * EJEMPLARES)$
 $y = ((0.8088254) * x) / (1 + (0.0196438) * x)$

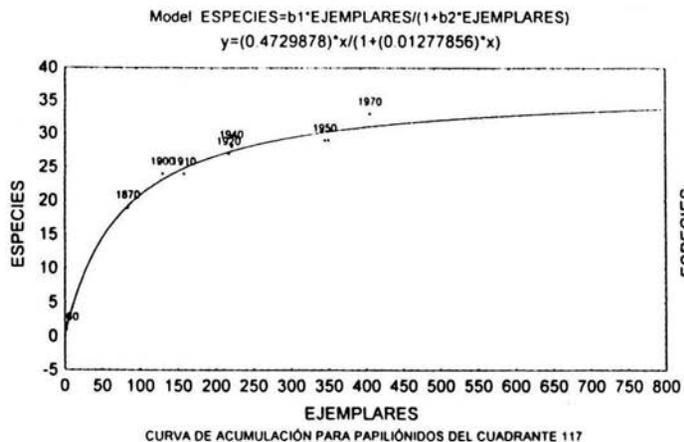


CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIDOS DEL CUADRANTE 120

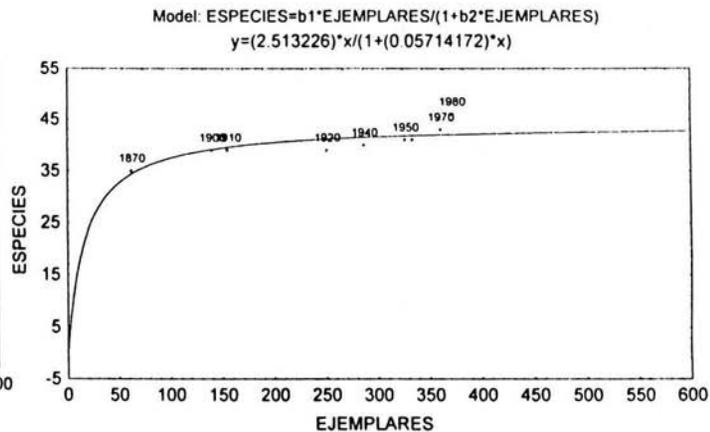
Model: $ESPECIES = (b1 * EJEMPLARES) / (1 + b2 * EJEMPLARES)$
 $y = ((1.387575) * x) / (1 + (0.03264236) * x)$



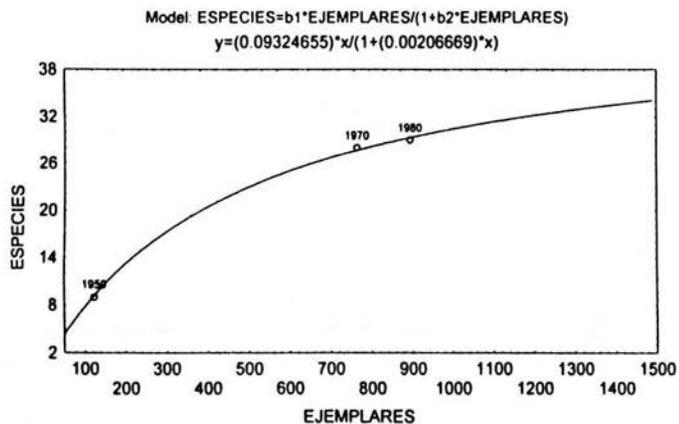
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DEL CUADRANTE 120(18 5-18 99N-97-97 499W)



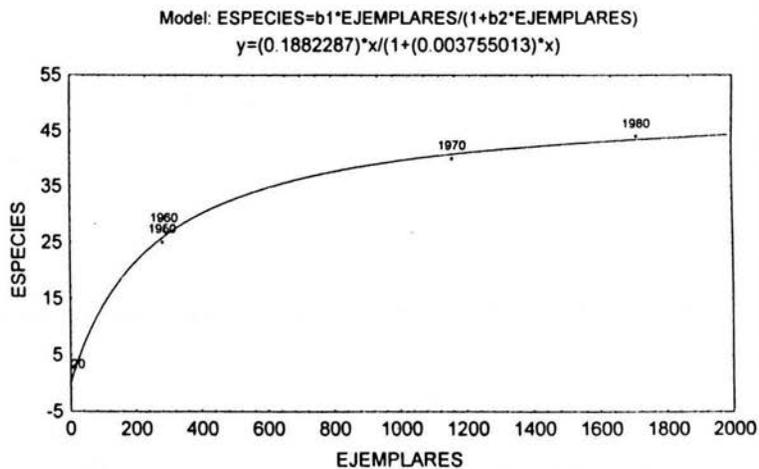
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIÓDOS DEL CUADRANTE 117



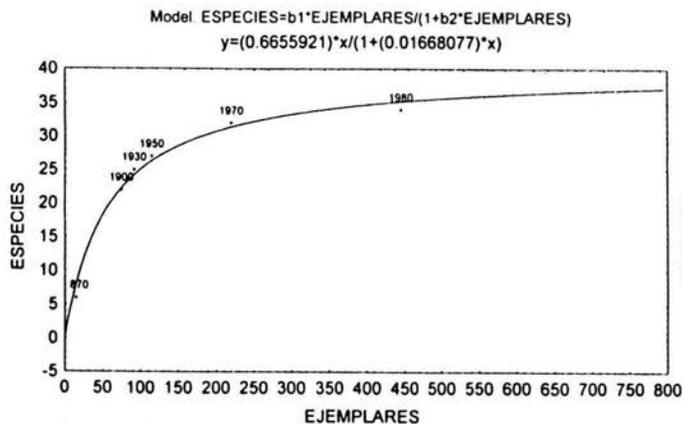
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DEL CUADRANTE 117(18 5-18 999N-96 5-96 99W)



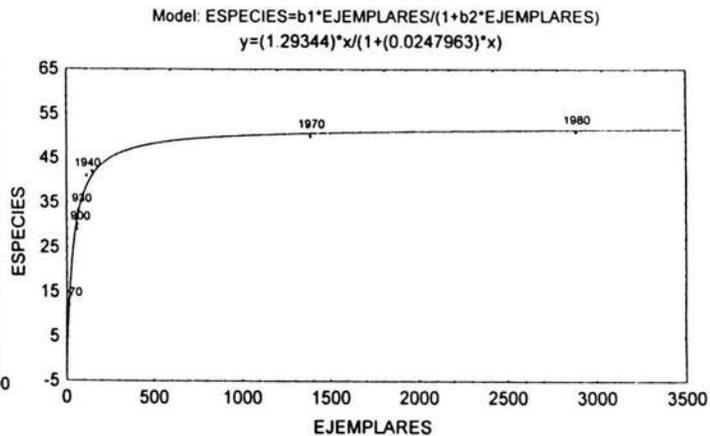
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONIÓDOS DEL CUADRANTE 212



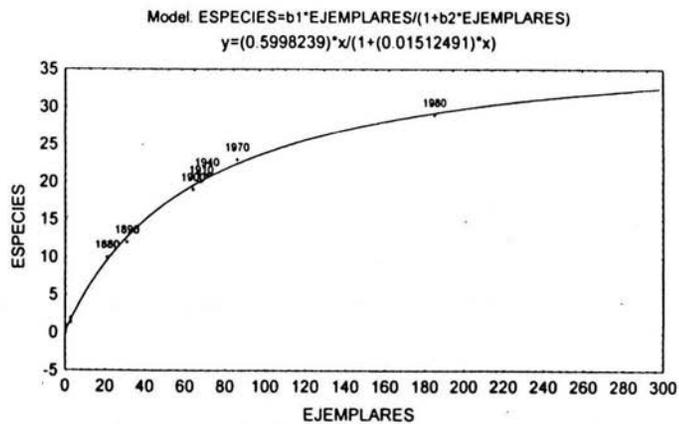
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DEL CUADRANTE 212(20-20 499N-97 5-97 999W)



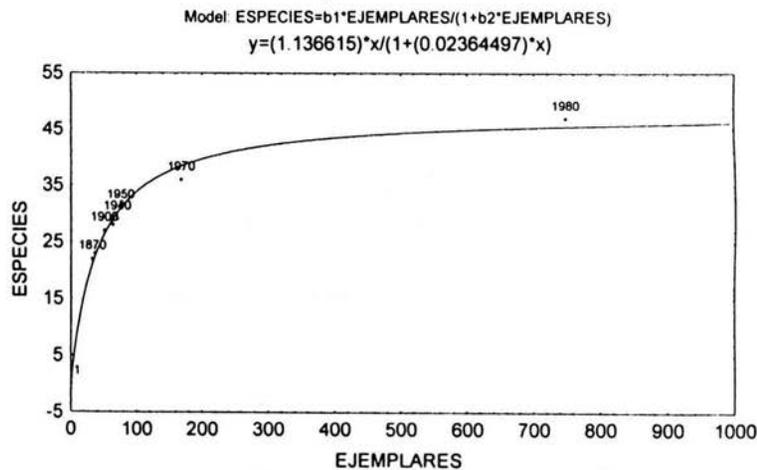
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONÍDOS DEL CUADRANTE 162



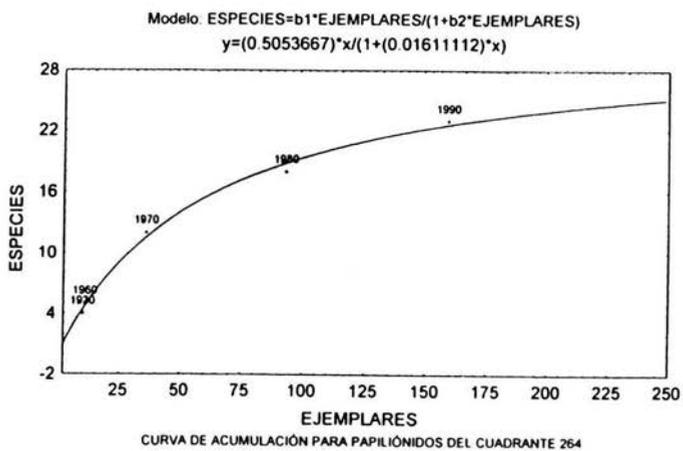
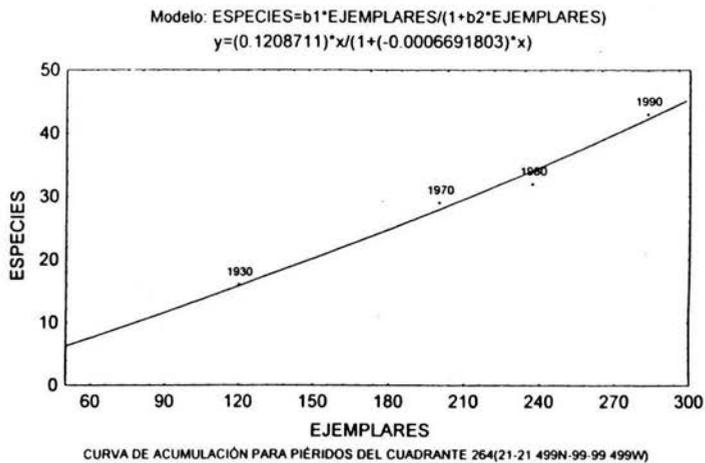
CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PIÉRIDOS DEL CUADRANTE 162 (19-19 499N-96 5-96 99W)



CURVA DE ACUMULACIÓN PARA PAPILIONÍDOS DEL CUADRANTE 164



CURVA DE ACUMULACIÓN DE PIÉRIDOS EN EL CUADRANTE 164 (19 5-19 999N-96 5-96 999W)



CAPÍTULO IV

USO DE LAS BASES DE DATOS EN CONSERVACIÓN: UN EJEMPLO CON MARIPOSAS MEXICANAS

En este artículo se discute la importancia del uso de las bases de datos compiladas con especímenes albergados en museos. Estas bases contienen desde tres hasta 20 tablas, varios miles de localidades y decenas de miles hasta cientos de miles de registros. La mayoría de estas bases de datos tienen estructuras que no cumplen con los requerimientos del modelo relacional y cuentan con datos espaciales y temporales heterogéneos, de forma que su uso puede generar conclusiones sesgadas y por tanto inconvenientes para su empleo en propuestas de conservación.

En esta fase de la investigación las localidades georreferidas se corrieron a través de un programa que encuentra inconsistencias entre las coordenadas geográficas y el polígono que representa al estado al que pertenece la localidad. En este proceso se encontraron cerca de cien localidades con inconsistencias y todas fueron corregidas.

Este trabajo propone un método para evaluar el uso de las bases de datos, tomando como ejemplo la base de datos de papilionidos y píeridos mexicanos. Se analizaron las 2 261 localidades desde el punto de vista espacial y temporal, y se encontró un patrón de distribución temporal heterogéneo, en el cual las décadas de 1970 y 1980 tienen los picos más altos de intensidad de recolecta, disminuyendo en los 90 y siendo muy bajas de 1910 a 1950.

Para analizar el patrón espacial se usó un mapa de carreteras sobre el cual se extendió una franja de 10 km utilizando sistemas de información geográfica para detectar la frecuencia de localidades que se localizan a menos de 10 km de la carretera; se encontró un efecto carretera que muestra que los muestreos no son homogéneos ni al azar.

Posteriormente se analizó la frecuencia de registros por especie y se encontró que la mayoría de las especies tienen menos de 100 registros. En virtud de estos resultados, es claro que si los datos de la base son heterogéneos no podrán utilizarse para generar análisis sobre diversidad alfa o beta, por lo menos globalmente.

Se analizó la diversidad alfa y beta entre las localidades. La mitad de las localidades tienen de uno a tres registros, y sólo 3% de las localidades tienen más de 90. Con estos

resultados puede notarse que las extrapolaciones y las comparaciones entre las localidades y la riqueza de especies, estarían sesgadas. Para evitar este sesgo, se eligieron las localidades con 10 registros mínimos que contuvieran todas las especies, lo cual redujo el número a 486 localidades con las que se generó una tabla de 31 413 registros. Con estos datos se calculó el número de especies esperadas en cada localidad a través del algoritmo ICE (Estimación de incidencia de la cobertura). De estas localidades, sólo 291 pudieron analizarse bajo este algoritmo pues el resto no tiene el tamaño requerido. En el resto de las localidades es necesario mejorar la intensidad de recolecta, pues este algoritmo supone que las localidades bajo estudio han sido bien muestreadas.

Además del análisis de localidades, se analizaron los datos sobre cuadrantes de $\frac{1}{2}$ grado y sobre los ocho tipos de vegetación reconocidos por Rzedowski (1978) La distribución de cuadrantes resulta estar menos sesgada que la distribución de localidades. Se aplicó el algoritmo ICE a las celdillas y quedaron sólo 235 cuadrantes de los 448 originales, con un total de 35 180 registros y al menos cuatro muestreos por cuadrante. A pesar del efecto de agrupar localidades en cuadrantes, sigue presentándose un muestreo pobre y la lista de especies no es completa con esta escala.

El resultado del ICE aplicado a los tipos de vegetación excluyó el 35% de los datos originales, pero se demuestra que un incremento en el muestreo difícilmente incrementará la lista de especies por tipos de vegetación. Por tanto, se concluye que solo a una escala más gruesa podemos tener una lista completa de especies.

El análisis de la diversidad beta muestra que al no conocerse bien la distribución de las especies, no podrá desplegarse la variación de las comunidades en áreas distintas, mientras que si se conociera bien el área distribucional de cada especie, se reflejaría en el mapa la diversidad beta.

Los registros de las localidades bien conocidas son significativos y los datos pueden extrapolarse para obtener una riqueza de especies; pero para la diversidad beta no puede hacerse esto, pues muchas especies son raras y no hay un procedimiento aceptado para predecir el número de especies de localidades mal muestreadas .

Las especies de amplia distribución, como *Battus philenor* y *Eurema mexicana*, se encuentran en un alto número de cuadrantes, mientras que las especies de distribución restringida como *Lieinix neblina*, están en valores muy bajos de C. De este modo, el valor C

puede ser interpretado como la probabilidad de una especie de encontrarse en un cuadrante dado al incrementarse la intensidad de recolecta. Los valores de C, por tanto, están correlacionados con la amplitud biogeográfica de la especie y pueden compararse con otros valores probabilísticos como los descritos en el capítulo V. De este modo, concluimos que la capacidad de predicción de la base de datos está sujeta a la escala, mientras la escala de localidades y cuadrantes de 0.5° no contiene suficientes muestreos para realizar predicciones. A mayor escala pueden obtenerse predicciones ajustadas a la amplitud biogeográfica de las especies. Aparentemente el mosaico de topografía, climas y vegetación que representa nuestro país tiene variaciones en pequeña escala que no se ajustan a los datos escasos y heterogéneos que tiene la base utilizada. Por tanto, se requiere de un incremento en los inventarios de estas dos familias de mariposas y de someter a prueba las predicciones generadas en este trabajo.



Biodiversity and Conservation 9: 1441–1466, 2000.
© 2000 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

The use of specimen-label databases for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies

JORGE M. SOBERÓN^{1,*}, JORGE B. LLORENTE² and LEONOR OÑATE³

¹Instituto de Ecología, UNAM, Coyoacan, Mexico; ²Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, Coyoacan, Mexico; ³Facultad de Ciencias, UNAM, Coyoacan, Mexico; *Author for correspondence: Instituto de Ecología, Ciudad Universitaria, UNAM, P.O. Box 70-275, Coyoacan, D.F., Mexico (fax: +52-5-4223531; e-mail: jsoberon@xolo.conabio.gob.mx)

Received 23 March 1999; accepted in revised form 18 January 2000

Abstract. In recent years, use of databases of the labels of specimens deposited in museums and herbaria is becoming increasingly common as a tool for addressing biodiversity conservation and management problems. These databases are often large in size and complex in structure, and their application to conservation deserves a wider appreciation of some of the biases, gaps and potential pitfalls common to them. In this paper, we discuss some of the problems associated with using such databases for obtaining lists of species for arbitrary sites, as well as for the estimation of the distribution area of single species. The possibility of obtaining these closely related variables using specimen databases is shown to be scale-dependent. A tool based on mark-recapture techniques is applied to the problem of: (i) detecting sites with low number of species due to lack of adequate in-site sampling and, (ii) species with small estimated areas due to poor spatial coverage of samples.

Key words: butterflies, conservation, Mexico, museum databases

Introduction

In recent years, the increased use of database and geographical information system technology is changing the way in which taxonomic knowledge interacts with that of practitioners of ecology and biogeography. Large-scale databases of specimen labels, georeferenced to geographical coordinates, are being compiled by an ever-growing number of museums and herbaria, as well as by many governmental institutions all over the world (ICBP 1992; Scott et al. 1996; Miller 1994; Soberon et al. 1996; Umminger and Young 1997).

Typical databases use relational database software, although this does not mean that they comply with all the requirements of the relational model (Roman 1997). Taxonomic databases tend to be composed of three or four to 15 to 20 tables with several thousand georeferenced localities and from tens of thousands to hundreds of thousands of specimens (Pankhurst 1991). Currently, it is common to have isolated databases for single collections, or perhaps with one database centralizing the data coming

1442

from many sources. However, prototypes already operational indicate that in the future many institutional databases, maintained and controlled by the curators of the scientific collections, will be linked through the Internet by powerful software agents.

Not only do such databases provide fast access to an unprecedented amount of information of interest for taxonomist and systematists, they can also be used in the work of ecologists and biogeographers as well as for applied purposes. For hundreds of species, new modeling techniques are allowing the quantification of those variables in the 'fundamental niche' (Hutchinson 1987; Holt and Gaines 1992) that have a geographical expression (Stockwell and Noble 1992, Peterson et al. 1999). Similar and other approaches allow calculation of the geographical ranges of species (Soto and Gomez-Pompa 1990; Carpenter et al. 1993; Butterfield et al. 1994; Jones et al. 1997) and the fitting of models that predict the number of species as a function of climatic parameters (Bojorquez-Tapia et al. 1995; Margules and Austin 1995; Llorente et al. 1994; Mourelle and Ezcurra 1996; Wohlgemuth 1998).

In principle, specimen databases should be able to answer two interrelated questions which are central to biogeography and macroecology: (1) What species are found in an arbitrary locality? and (2) What is the geographical distribution of each species? However, there are no universally accepted procedures to assess specimen databases as to the extent to which biases (spatial, temporal and taxonomic) in collecting effort hide the real patterns and might prevent answering those two questions, or even worse, provide false answers.

Therefore, the purpose of this paper is to analyze one medium-sized database from the perspective of its weakness in its use for two important conservation objectives: obtaining lists of species and the estimation of species' geographic range. The emphasis of the approach is methodological and related to the issues of 'data mining' and 'knowledge discovery' general to all large databases (Fayyad et al. 1996; Imielinsky and Mannila 1996).

Description of the database

Between 1978 and 1995 (Llorente et al. 1997) a compilation was made of the data in about 55,000 specimens in major American and Mexican butterfly collections. The institutions consulted appear in Llorente et al. (1997). The only two major collections left out were the de la Maza family's and the one at Instituto de Biología, of the National University of Mexico, which is still being computerized. However, a significant part of the de la Maza collection information was included since the de la Mazas publish extensively, providing detailed information on localities (see Llorente and Luis 1993 and Llorente et al. 1997 for reviews).

The 55,000 specimens were clumped in 36,685 records, that is, groups of specimens with the same name (i.e., of the same species), date, collector and associated georeferenced locality.

The taxonomy follows Tyler et al. (1994) and Llorente et al. (1997). Different subspecies were regarded as different entities for a total of 176 different subspecies, 70 of the Papilionidae and 106 of the Pieridae.

The locality table has 2261 different names. Some of them are easily identified and well-defined sites (field stations, for example) but others are more subject to interpretation. Specimens with broadly defined 'localities', like 'Mexico' or 'State of Chiapas' were not used. All localities in the table can be traced to the name of a city, village, river, lake or road, with some extra data describing distance and direction from that reference. The process of adding geographic coordinates to the localities was time consuming and difficult. Essentially it was done using 1:50,000 and 1:250,000 cartography and the official census nomenclator for Mexico, and sometimes field books.

After georeferencing and checking by hand, an automatic procedure was run to find inconsistencies between the coordinates fields and the 'political entity' field. This is, a register with a given State should have coordinates included in that State polygon, and all of them should have their coordinates in the terrestrial part of the country. This simple check revealed more than one hundred inconsistencies that had to be corrected again. In the end, all the 2261 localities were assigned geographical coordinates with an estimated resolution of 1 min of arc, or pixels of about 1.1 km of side, at the latitudes of Mexico.

A report on a previous version of the database, together with a detailed printout of all the geographical information as well as illustrations of each species appear in Llorente et al. (1997).

Analysis of the database

The first question we will try to answer is whether the 2261 different sampling localities and the 36,685 records are unbiased spatially and temporally.

In Figure 1 we display the pattern of collecting over time. We grouped records in decades, starting in 1900 (there are too few records previous to 1900 to appear in the graph). The graph displays both the absolute numbers of records for that decade as well as the accumulated fraction of records relative to the total of 24,509 post 1900 records. There is a peak of collecting effort located in the decades of 1970 and 1980. During 1990, collecting effort as registered in our database decreased to levels similar to the average between 1910 and 1950, so collecting effort is not regularly distributed in the last few decades.

From a spatial perspective the data are not well distributed either, as Figure 2 shows. It is apparent that the 2261 localities are not randomly or regularly distributed over the country. One way to show this is to follow Bojorquez-Tapia et al. (1994) to detect so-called road effects. Using a Geographical Information System we put a 10 km buffer around all the federal highways of Mexico and then counted how many

1444

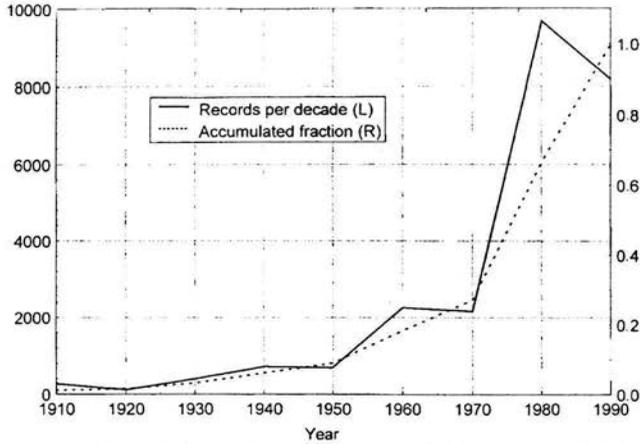


Figure 1. Distribution of collecting efforts over time. Data accumulated by decades starting in 1900.

localities were located over the buffer. The proportion of country area inside and outside the buffer was used to calculate the expected number of localities inside and outside the highway buffer assuming the localities were randomly distributed. The



Figure 2. Localities in the database and the 'highway effect'. The bands represent a 10 km buffer on each side of the federal highways of Mexico. The open circles are localities inside and the dark circles are localities outside the buffer.

1445

resulting value of χ^2 (656.75, d.o.f. = 1, $P < 0.000001$) is consistent with the widely held belief that most biological collecting in Mexico has been done along major roads and around cities and field stations.

Finally, to obtain a picture of how the overall effort has been distributed among species, in Figure 3 the distribution of records per species is displayed. The histogram displays a highly right-skewed distribution. Most species (53%) are known from less than one hundred records.

The above points begin to depict a biased and non-uniform distribution of the collect efforts. With the above in mind, we will now analyze the database from the perspective of its capacity to give information on two complementary themes: (1) providing complete listings for localities (the 'alpha diversity' view), and (2) providing data for the estimation of geographical ranges (the 'beta diversity' view).

The names for the two views came from Whittaker's (1972) subdivision of total species richness in a large region in an 'alpha' component, given by the local diversity, and a 'beta' component, given by the turnover of species among habitats. It is an easy task to show that Whittaker's original measure for the beta component is just the reciprocal of the average number of localities in which they are present (Schluter and Ricklefs 1993; J. Soberon and P. Rodriguez, unpublished manuscript).

Although of course this type of database can be used for many tasks not related to the above views, many pressing conservation questions are crucially dependent on being able to answer 'alpha' (location of hotspots, design of reserves, restoration assessment) or 'beta' (specific species protection, reintroduction programs) types of

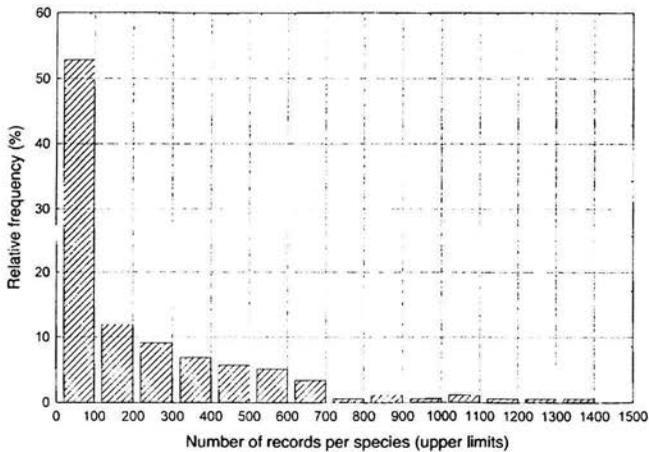


Figure 3. Distribution of number of records among species.

1446

questions. We put the emphasis on those perspectives because they are important for conservation purposes and because some governmental agencies in many parts of the world are using this type of database to address such questions (Soberon et al. 1996).

We shall study the database at three different scales. (1) The localities, which have a resolution of a few square kilometers; (2) a grid of 1/2 degree cells superimposed on the map of Mexico, with a resolution of about 2800 km²; and (3) a subdivision of Mexico on eight vegetation types with an average surface of 241,300 km².

The 'alpha diversity' point of view

The scale of the localities

To assess how complete the database is for getting lists of names of species in the localities we obtained distributions of records and species per locality. The distribution of records among localities displays a pattern of extreme skewness, since even the distribution of the logarithms is skewed (Figure 4). Almost 50% of the localities have 1 to 3 records, and only about 3% of the localities have more than ninety records.

This results clearly point out to a very biased and unsatisfactory distribution of the sampling effort in space and it is not surprising then that the number of species per locality also show a markedly skewed distribution, with almost 80% of the localities having 6 or less species registered, as displayed in Figure 5. Therefore, procedures are needed to decide if small numbers of species are due to bad sampling or to the particular historical and ecological factors of the locality.

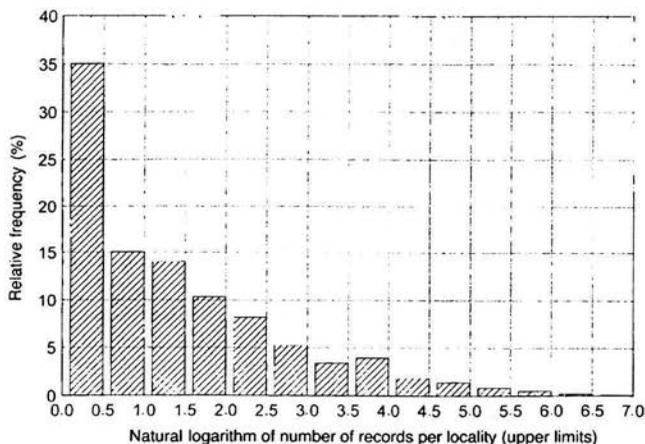


Figure 4. Distribution of the natural logarithm of the number of records among localities.

1447

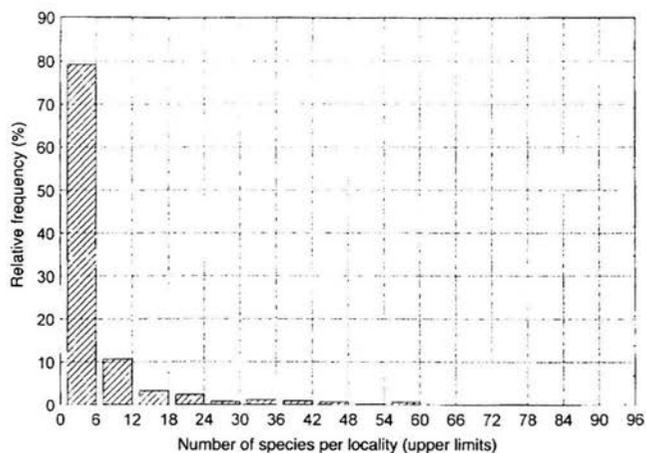


Figure 5. Distribution of the number of species among localities.

The first and obvious thing to do is to establish a threshold for the minimal number of records or species required to regard localities as acceptable. For example, localities with less than ten records might be regarded as poorly sampled. However, in some cases a few records may be enough to characterize a locality for certain groups.

One way out of this problem might be to use methods like those described by Prendergast et al. (1993a), Soberon and Llorente (1993), Colwell and Coddington (1994) and Leon-Cortes et al. (1998) in which one extrapolates the sampling history to obtain estimates of the 'total' or 'true' number of species in a site (i.e., a number representing the size of the list, assuming good and thorough collecting methods was applied to all relevant ecological and temporal conditions for a reasonably long period of time). To do this, we selected those localities with at least 10 records. This reduced the number of localities from 2261 to 480, i.e., a reduction to 21% of the original. This also reduced the number of species found in the subsample from 176 to 174 species. In order to maintain a full representation of species, we augmented the set of 480 remaining localities to include all those in which the 2 missing species were found. We ended with a set of 486 localities that either contained at least 10 different records or contained one of the species required to maintain a total count of 176 species. Data 'cleaning' and preprocessing, which might include disregarding subsets of a database is an integral part of knowledge discovery in databases (Fayyad et al. 1996).

The set of 486 localities was then used to construct a table of records, containing 31,413 records (i.e., all the records differing either in date or collector or species for each one of the selected localities). Notice that a reduction to 21% of the localities

1448

caused only a reduction to 85% of the original number of records. Finally, a cross-tabulation was made of species per sampling date. Sampling dates are simply dates differing in year, month or day. In this table there are 486 (one for each site) sub-tables with an average of 8.9 different sampling dates in each. Each sub-table is just a species per samples' presence-absence matrix that can be used as the input for the non-parametric, incidence-based extrapolation estimators described by Colwell (1997) and Chazdon et al. (1998). This yields an estimate of the total number of species present in a locality based on the way the species number grows with each new sample (in our case, distinct date in each locality).

A Qbasic program was constructed to calculate from each sub-table its 'ICE' (Incidence Coverage Estimation) estimator, which estimates the 'true' species number for each locality (see Colwell 1997, Chazdon et al. 1998 and Lee and Chao 1994). The ICE estimator was chosen among many possibilities because it is incidence-based (it does not require estimates of the abundance of the species in each sample, only of its presence), and was designed to take into account explicitly the right-biased nature of many biological datasets (Colwell 1997).

The program rejected those sub-tables that were too small to allow a sensible application of the method (less than 2 species or 4 sampling dates). Therefore, after application of the algorithm, only 291 localities had fulfilled all the requisites. In Figure 6 we report the results of the above procedure as a scattergram of values of the ratio Observed Species/Predicted Species, henceforth called the completeness ratio, or *C*, versus the number of species reported in the database for that locality. The *C* ratio can be interpreted as a measure of how complete is the inventory in a given locality. If all localities were well sampled, we would expect all the points to have a *C* value near to one, perhaps with most of them located in a band around 0.9 or 0.8, regardless of the observed number of species.

Unfortunately, the Figure depicts a set of localities that still appear to be poorly sampled. About 75% of the localities have completeness ratios of less than 0.65. However, the picture we get now is in a sense clearer than in the previous ones. It is now possible at a glance to distinguish those localities with small number of species because probably they are poorly sampled, from those that the test regards as well sampled and for which a small number of species should be a consequence of ecological, historical or human factors. One can set a threshold, like 0.8 or 0.9, and decide that only localities with less than that amount need to have more intense sampling in order to finish their butterflies' lists.

Another interesting feature of Figure 6 is that most localities with smaller *C* ratios are also those with few species. To increase the ratio, most work would have to concentrate in localities with few reported species.

Unfortunately, although the test is informative, it is still not conclusive because the extrapolation algorithm depends on the assumption that the sampling was well performed. A careless collector (or collectors) might keep accumulating samples for a locality without ever getting the rarer species due to the lack of skill or thoroughness

1449

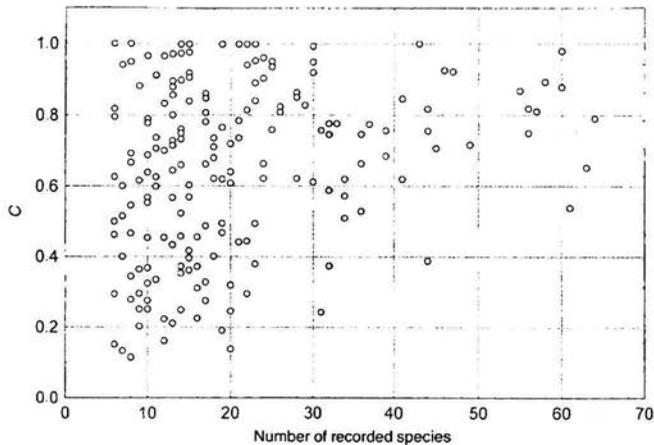


Figure 6. Completeness ratio for 291 localities (see text) as a function of the recorded number of species. The C ratio represents the proportion of the number of species actually observed in a locality relative to the number predicted by the ICE estimator described in Colwell (1997).

and thus making C to converge to unity without having obtained a near-complete list. An algorithm such ICE cannot distinguish this situation from one in which the true species value has been reached. A summary of the statistics of the analysis appears in Table 1.

The scale of the 1/2 degree grid

The above patterns apply to scales that are measured in a few square kilometers. Perhaps pooling data in units of decreased resolution will lead to improved knowledge of the two families under consideration. There are several ways of aggregating data to increase the scale of observation. A very common one is to impose a grid and to obtain lists of species within each cell.

To do this, we used a grid pattern utilized by Arita et al. (1998) for their analyses of the diversity of Mexican mammals. This is a grid of 704 cells of 1/2 degree of side (roughly 2800 km² each). We avoided a number of nonsensical cells (those located almost entirely on the sea or beyond the borders of Mexico) and thus we allowed a total of 94 out of the 2261 localities to remain disassociated from a cell. The localities in this situation were removed from the analysis.

In Figure 7 we present the distribution of the logarithm of the number of records per cell. The distribution of the number of records is so right-skewed that the use of logarithms is needed. It is noticeable however, that the distribution is much less

1450

Table 1. Descriptive statistics for the completeness ratio analysis of the number of species in the localities and cell spatial scales.

	Scale of the localities			Scale of the 1/2 degree cells		
	Samples	Observed species	C	Samples	Observed species	C
N	224			190		
Mean	15.36	26.29	0.60	19.07	26.22	0.62
Median	11	22	0.62	14	20	0.65
Minimum	5	6	0.08	5	2	0.07
Maximum	95	78	1	102	79	1
s^2	12.52	15.13	0.23	17.66	18.66	0.23
25th Percentile	8	14	0.42	7	11	0.43
75th Percentile	17	35	0.80	22	38	0.82

skewed than in the case of the localities. The shift in the scale has produced a noticeable (although still negligible from a practical perspective) increase in the degree of knowledge about the distributions of butterflies that can be obtained from the database.

This can be also appreciated in Figure 8, where we display the distribution of number of cells with a given number of species. Notice how now about 80% of the cells have 20 or less species reported, in comparison of 80% localities with 6 or less species reported before.

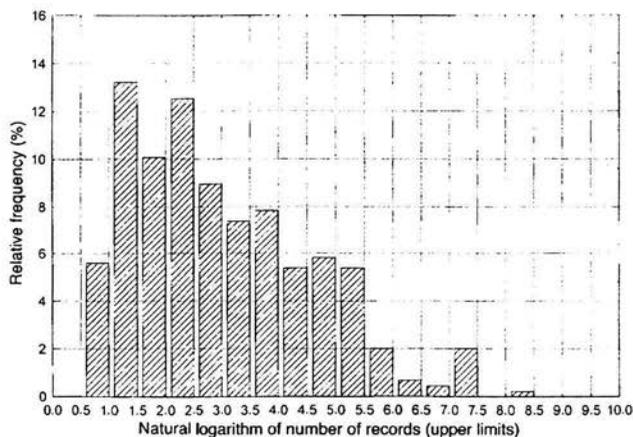


Figure 7. Distribution of the natural logarithm of the number of records among cells. The cells are 1/2 degree of side squares superimposed on the localities and with the data of localities aggregated in each cell.

1451

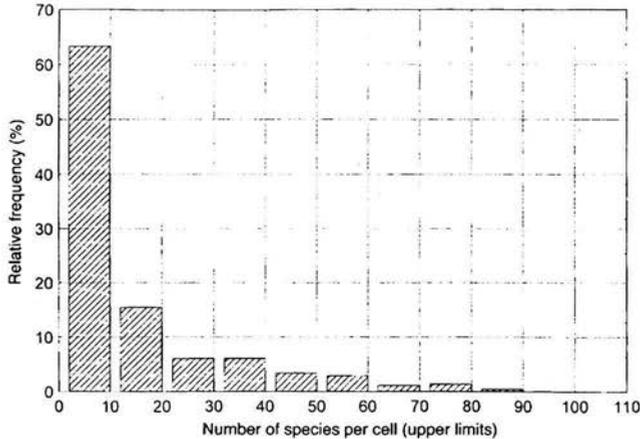


Figure 8. Distribution of the number of species among cells. The cells are 1/2 degree of side squares superimposed on the localities and with the data of localities aggregated in each cell.

In order to obtain an estimate of the true number of species per cell we used again the ICE algorithm. First we reduced the number of cells removing those with 10 or less records. This left us with a subset of 235 of the original 448 cells with at least one register. The 235 cells have associated 35,180 records of an original 36,685. That is, a database with 53% of the original number of cells still maintains 96% of the records.

The database was queried to produce a table with the cell identity code, the years and months of collections, and the register and species identity codes. The data were arranged in a cross-tabulation in such a way that for each cell, all sampling events differing in either the year or the month were regarded as different and every species had a zero or a one depending on its presence on that site and sampling event. A Qbasic program calculated ICE estimates for each cell containing at least 4 samples. The results appear in Figure 9.

As previously discussed for localities, by defining a threshold for C this procedure can be used to differentiate those cells regarded as poorly sampled. It is very interesting to note that the statistics for the two different scales do not differ much, nor the general aspect of the scatterplot of observed vs. C ratio. One would expect that by aggregating data from several localities better lists might be obtained, but the data do not support this. The general aspect in both Figures is one in which the majority of the sites can be regarded as poorly sampled. The descriptive statistics appear in Table 1.

1452

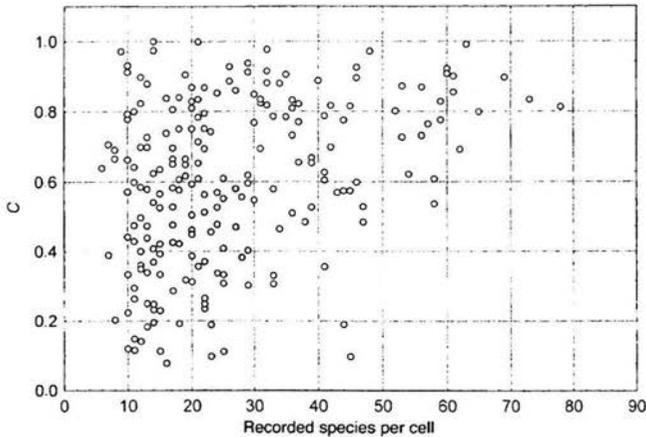


Figure 9. Completeness ratio for 190 1/2 degree of side cells (see text) as a function of the observed number of species. The C ratio represents the proportion of the number of species actually observed in a cell relative to the number predicted by the ICE estimator described in Colwell (1997).

The scale of vegetation types of Mexico

The last scale we shall explore in this work is that of the vegetation type. We used the Potential Vegetation of Mexico, according to Rzedowsky (1978) in an electronic version of the map published by UNAM, the National University of Mexico (scale 1:4,000,000) and provided by the National Commission for Biodiversity (CONABIO). We used eight of the subdivisions of Rzedowsky, excluding only the wetland vegetation. By using GIS software, subsets of the records table were obtained, containing all the records located within each one of Rzedowsky's main vegetation types.

A further subset was obtained for each vegetation type, with only those records with the data for the year available. These subsets were then used to obtain extrapolations of the likely number of species using the ICE algorithm as implemented in the EstimateS software package (Colwell 1997). In this case, each sample is the number of species registered in a given decade. The pooled results for both families appear in Table 2.

The data used to extrapolate excluded almost 30% of records without a date. However, ICE is still very good at predicting the total number of species reported, as depicted in Figure 10. The line is the identity function. The open circles show the number of species observed at each vegetation type, ignoring data without a date. The ICE estimator predicts increases in the number of species in all points. However, the prediction is always very close to the number of species observed when

1453

Table 2. Results of the analysis of the database at the scale of vegetation regions of Mexico.

	Area (km ²)	Fraction ^a	Localities	Density ^b	Sps. ^c	Sps. ^d	Year ^e	ICE
Bce	374395.21	0.1940	439	1.173	146	125	1880	136.38
Bc	114806.01	0.0595	113	0.984	72	54	1900	73.04
Bmm	17158.66	0.0089	80	4.662	106	99	1880	108.85
Btc	268976.00	0.1393	453	1.684	128	105	1890	126.91
Btp	186277.99	0.0965	291	1.562	113	109	1890	114.15
Bts	54133.89	0.0280	104	1.921	104	83	1920	102.66
Mx	751571.71	0.3893	589	0.784	93	82	1890	90.4
P	163085.77	0.0845	87	0.533	49	35	1900	44.9

The vegetation types used are the following: Bce = Oak and conifer forest; Bc = Thorny forest; Bmm = Cloud forest; Btc = Deciduous tropical forest; Btp = Evergreen tropical forest; Bts = Semi-deciduous tropical forest; Mx = xerophitic shrub; P = grasslands.

^aFraction of area relative to the total surface of Mexico.

^bNumber of localities per 1000 km².

^cAll records, included those without a year.

^dOnly records with an associated year were used to obtain the ICE estimate.

^eStarting decade for the Ice estimation.

the undated records are included (closed circles). Therefore, this graph support the idea that probably very few (in relative terms) new species will be added to the lists for the main Rzedowsky's (1978) vegetation types in Mexico. However, the main

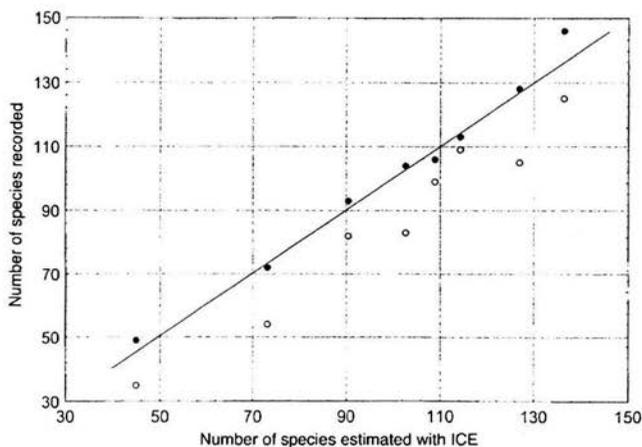


Figure 10. Observed vs. predicted number of species in each one of eight major vegetation types of Mexico. The predicted value was obtained using only data with an associated year-of-capture in the database. \circ Represent the recorded number of species with an associated year-of-capture and \bullet represent all records of species, with and without associated year-of-capture.

1454

point we want to make is that it is only at a gross scale that the database appears to provide enough data as to make complete lists.

The 'beta diversity' point of view

Another way of exploring the database is from the perspective of how much information it provides about the range of presence of the species. In the limit of very high resolution the range will be a precise area, but in this paper we regard the location of sites or cells in which a species has been registered as an approximation of the 'true' distribution area.

The scale of the localities

In Figure 11 we display the frequency distribution of the number of localities for which each species is reported in the database. If the geographic range of every species were well known, the mean of the distribution would be a direct measure of the beta component of papilionid and pierid diversity of the country.

The fact that the number of sites per species is right-skewed has been noted very often (Preston 1948, 1962; Rapoport 1982; Gaston 1994; Brown 1995) and again one is left with the problem of not knowing what part of the log-normal pattern is due to biology (or the law of large numbers. See May 1973) and what part is due to a very poor and incomplete sampling regime of the country.

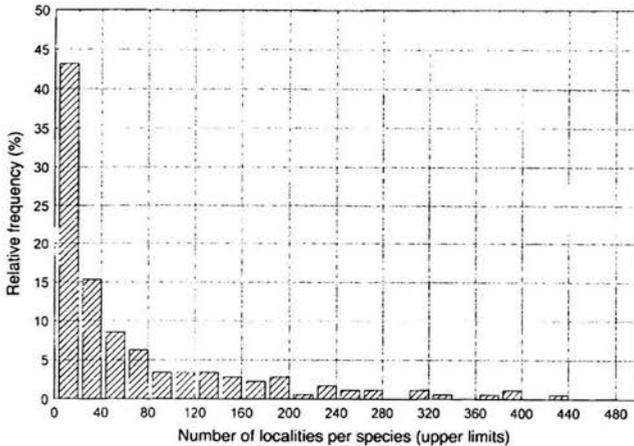


Figure 11. Distribution of the number of localities for which each species has been recorded.

In the 'alpha diversity' perspective, we approached the problem of separating ignorance from biology by performing the superficially drastic exclusion of those localities with very few species or sampling dates. This allowed us to proceed further in distinguishing between localities with few species due to bad sampling and those with few species due to biological reasons. The essence of the procedure was first to reduce the database to meaningful localities and then apply an extrapolative procedure to obtain estimates of the unknown number 'true species richness'.

However, in the 'beta diversity' view of the database at the locality scale applying the same methodology is not feasible for two reasons: (1) Many species reported in few localities might well be legitimately rare (in the sense that their range is restricted (Gaston 1994), or they might be in the limit of a wider range and thus present in very few localities. This is the case for several species with very few (5 or less) localities like *Papilio indra pergamus*, *P. zelicaon*, *Pterourus glaucus alexiaries*, *P. rutulus rutulus*, *Anthocharis sara inghami* and *A. cethura*, which in Mexico are at the southernmost part of their ranges. Other species like *Pterourus esperanza* appear to be indeed very restricted in their distributions. Therefore, by rejecting species with few localities one would be disposing off valuable data. (2) There is not an accepted procedure to extrapolate samples to an estimated 'true' area or number of localities. One idea that comes to mind is to apply the ICE algorithm to the 'beta' view of the database and, for each species, obtain an estimate of the number of localities where it will be found. However at the scale of localities this is not possible because their size and shape are not defined and therefore a discrete and finite universe for the predictions is lacking. In the next section where localities are replaced by a subdivision of Mexico in discrete cells, this 'inverse' application of the ICE algorithm will be attempted.

The scale of cells

The grid of cells used before supply a well-defined and finite number of classes that cover the surface of the country. It should be possible then to apply the ICE algorithm to the beta view of the database in order to obtain estimates of how many cells a species should be found in. This was done by querying the database to obtain a cross-tabulation having, for each species, all years and months where it was registered (the samples) and a zero or a one for every cell. This generates presence-absence matrices for each species but now the 'species' (for the purpose of applying ICE) are the different cells, and the samples are all the records of the particular butterfly that differ in year and month. Notice that this is not a simple transpose of the matrix used to estimate the true number of species in the cells.

A Qbasic program was run on all the species with at least four different samples to obtain the completeness ratio (for localities) for each species with enough samples. The results are displayed in Figure 12, which is a scatterplot of the number of localities in which a species has been observed versus the ICE-predicted proportion.

1456

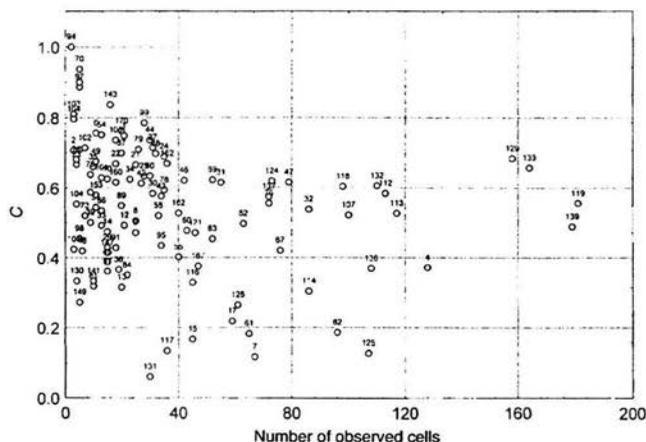


Figure 12. Completeness ratio for 104 species as a function of the observed number of localities in which they have been reported. In this figure the C ratio was obtained by using an ICE estimate to predict the number of cells in which a given species should be located given its pattern of sampling in all cells where the species has been reported (see text). The numbers correspond to the Id-Species column in the Appendix.

There is a marked inverse relationship that, without any attempt to formality, can be explained by noting that the ICE estimator will converge to the observed number of cells (and therefore C to the value of one) when the frequency of uncommon observations diminish (Colwell and Coddington 1994). In the extreme, $C = 1$ when all observations of the species are composed of at least two dates in the observed cells and in no cell the species has been observed only once.

The inverse shape of the cloud of points in the graph means that those species with a large number of samples tend to have many cells with a single observation, whereas for species with few samples many have been sampled several times in their cells. Biologically speaking, for a species with a very restricted area, it is likely that new observations will occur in those cells already sampled, which will lead to a decrease in the numbers of cells sampled only once. This makes the predicted value to converge to the observed number of cells (values of the completeness ratio near one).

On the contrary, for those species with wide distribution areas, it is easy to add new observations in new cells, making the number of cells sampled only once to increase and thus lower the completeness ratio.

Indeed, in the region of high number of observed cells and low value of C we get species like *Battus philenor philenor*, *Protographium philolaus philolaus*, *Phoebis sennae marcellina*, *Eurema mexicana mexicana* and *Krycogonia lyside*, which are

1457

widely distributed in Mexico. On the other hand, in the region of the species registered in a few cells, but with a high value of C we see *Lienix neblina*, *Lienix nemesis atthis*, two new subspecies of *Catastica ochracea* and *Catasticta teutila*, *Dismorphia amhiona lupita* and *Hesperocharis crocea jaliscana*, all of which have restricted distributions in our database.

In view of the above, to interpret correctly the graph one has to remember that for a given value of number of cells where the species has been observed, high values of C correspond to a high number of observations of the species being repeated in the same cells, and low values of C to a low number of observations of the species in the observed cells. New sampling will increase the values of C only if no new cells were added to the coverage of a species. Adding new cells will decrease or maintain the value of C .

The application of the methodology then creates a picture in which a very high percentage of the species are expected to expand their registered range when non-sampled cells are added to the database. However, we get the interesting prediction that this effect will be much more marked in the common than in the rare species. The descriptive statistics for this analysis appear in Table 3.

In a way similar to the alpha view of the database, we believe that the application of the extrapolation methodology is illuminating but still leaves too many avenues for interpretation open. Perhaps the way out of the problem is the application of other extrapolation tools, like bioclimatic or artificial intelligence models (Soto and Gomez-Pompa 1990; Stockwell and Noble 1992; Carpenter et al. 1993; Butterfield et al. 1994) that generate inferred predictions of niche variables like temperature, precipitation, altitude etc. with a clearcut geographical counterpart. For this purpose, the methods outlined here can be useful to select those species likely to have enough distributional data to apply the niche-extrapolation models.

Table 3. Descriptive statistics for the completeness ratio analysis of the number of cells for each species at the cell spatial scale.

	Scale of the 1/2 degree cells		
	Samples	Observed cells	C
N	124		
Mean	48.66	36.17	0.55
Median	33	20	0.57
Minimum	5	2	0.06
Maximum	249	181	1
s^2	50.21	39.04	0.19
25th Percentile	13.5	10	0.42
75th Percentile	65.5	45.5	0.67

1458

Discussion

The compiling and maintenance of large databases of label information is a trend in which most large museums of the world are taking part. In the near future, many if not all of those databases will be interconnected via the Internet, allowing access to a totally unprecedented amount of locality information. Since in all likelihood such databases, centralized or otherwise, will be used by many users with little or no taxonomic expertise, it is very important that the main weaknesses associated with such novel and complex structures are explored.

There are daunting problems related with the taxonomic and nomenclatural aspects of such large and heterogeneous databases, for example to identify synonyms, which in certain cases might compose as much as 50% of the names (Gaston and Mound 1993). However in this paper we decided to focus on the other side of the problem, namely, the gaps and biases of the databases when they are used to obtain listings of species or provide the basis for area of distribution extrapolations.

Despite the fact that the database we studied contains data from 55,000 specimens deposited in all the major collections of Mexican papilionids and pierids, two of the better known families of butterflies, the pattern that emerges is one of extreme bias in the temporal and spatial distribution of the information. In the alpha view of the database the scales of spatial units of 10^1 km² (the localities) or 10^3 km² (the grid cells) display very similar patterns of completeness ratios. It is only after the degree of resolution has decreased to the scale of units of 10^5 km² (Table 2) that the lists of species for most units appear to be complete or nearly complete, as suggested by the *C* ratio.

The *C* ratio can be interpreted as a prediction of how much the species list will increase in a given locality after more samples are obtained. For example, *C* = 0.8 means that 20% of increase in the species list should be expected after a thorough sampling. However, we should be cautious about how seriously to take these predictions until a substantial amount of empirical tests of the ratio have been obtained. It would be probably unsafe to expect *C* ratios much lower than 0.5 to represent reliable predictions. Leon-Cortes et al. (1998) found that a number of extrapolative methods did predict within 20% the number of sphingid moths in three Mexican localities, but there is an urgent need to subject the methods presented here to extensive empirical testing.

Of course the relevant question is not whether the data are well distributed in an abstract sense, but if they are well distributed in relation to the important ecological and biogeographical factors for the taxonomic groups in question. After all, the apparent gaps in knowledge might correspond to ecological conditions containing localities in which very good collections have already been made, and therefore perhaps that ecological condition is well sampled despite an apparent sparseness of data points. Indeed, an experienced field biologist can predict with a reasonable degree of confidence the species likely to be found in a place, or the distribution of many

species, without having access to large databases or complicated software. However there are several important points here:

1. In the first place, the reliability of such 'expert-based' predictions is very dependent on the scale used. A country as ecologically complex as Mexico is still producing surprises (both of presence and absence) to the most expert biologist, whenever new zones are explored. Even in small, developed, and low-diversity countries like Switzerland the quality of inventories varies spatially and affects modeling efforts (Wohlgemuth 1998). This means that even if the relevant ecological and biogeographical factors that affect the distributions of butterflies are reasonably well known at rough scales, the myriad of details that influence observations at finer scales still require extensive research. Our analysis of the database shows that at the scales of localities and 1/2 degree cells the country is basically unexplored. At this scale Mexico still displays an enormous amount of the topographical, vegetational, edaphic and climatic variations that are known to affect butterfly distributions (Weiss and Murphy 1993).
2. The needs of biodiversity information for management and conservation in Mexico and in many other high-diversity countries are already beyond the gross 'hot spots' predictions that have spatial detail of tens of thousands of square kilometers or more (Myers 1988; Dinerstein et al. 1995). More and more conservationists, NGOs or government officers require data at the scale of units of tens to hundreds of square kilometers, and in the absence of the human and economical resources, as well as the time to mount full-fledged research expeditions, they are resorting to modeling based on presence databases (Nelson et al. 1990; Prendergast et al. 1993b; Bojorquez et al. 1995; Soberon et al. 1996; Austin 1998; Scott and Jennings 1998).
3. The essence of natural science is the need to check predictions, informal or formal, with empirical data. The analysis presented here shows that at this point in time, and accepting that the database is a reasonable expression of the available information about the Papilionids and Pierids of Mexico, there is not enough empirical data available to check predictions at any but the roughest spatial scales, without resorting to further field work.

Since the pattern of very poor collections at the majority of localities appears to be very common (Peterson et al. 1998 for Mexican birds and Sanchez Cordero, personal communication, for the Mexican mammals) and probably almost universal, a pressing question is what can one do with such biased and incomplete information? Despite the overtly negative tone of the previous discussion, our experience working with museum labels databases leads us to believe that they can provide a powerful and very useful instrument for conservation planning as the raw material for extrapolative techniques with high potential in conservation (Soto and Gomez-Pompa 1990; Stockwell and Noble 1992; Carpenter et al. 1993; Chapman and Busby 1994; Bojorquez-Tapia et al. 1995; Mourelle and Ezcurra 1996; Scott et al. 1996; Wohlgemuth 1998, and many others). Moreover, it is probably true to say that in the near future we will

1460

witness a massive movement towards computerization and Internet-linkage of zoological and botanical collections. This will be driven both by the intrinsic value to biological research and by the powerful tool such databases will provide to governments, NGOs and others interested in conservation and sustainable management.

In this process, care should be taken at all steps of the assembling and use of large, mixed-origin databases, from the checking of specimens by experts, use of accepted and updated taxonomic authority files, and proper and careful georeferencing of the data, but also to the statistical and graphical analysis of the main gaps in the databases that we illustrated with the methods presented in this work. We would like to stress that there is still ample space for developing and perfecting methods to describe and assess gaps of collection labels databases. Generally speaking, the field of 'data mining' in computer sciences is a new one (Imielinski and Mannila 1996). Conservation biologists, systematists and biogeographers will have to develop the concepts and statistical tools and algorithms required extracting valid, relevant knowledge from the rapidly growing collection of biodiversity databases available even now.

The inescapable conclusion of the analysis we presented is that much more work is needed in the future along three lines: (1) Increase the efforts to collect in poorly explored areas and to house, curate and study the resulting specimens. (2) Increase the efforts to computerize museum information and to incorporate the data in properly designed and maintained databases. (3) Develop the software tools and analytical methods that will allow knowledge extraction and predictive modeling on the basis of large, composite databases.

Acknowledgements

We are grateful to Armando Luis and Isabel Vargas, without whose help the database could never have been completed. We also would like to thank Townsend Peterson and Victor Sanchez-Cordero for comments, suggestions and illuminating discussions on the subject of specimen databases. Patricia Koleff and Raul Jimenez of CONA-BIO, Mexico, generously gave us technical advice and useful comments on relational databases. Rob Colwell also provided us with many useful suggestions and with the use of his program EstimateS, which was used to obtain the ICE values at the vegetation-type scale. Jorge Soberon acknowledges the support of CONACyT (Grant 981057) and UNAM for a sabbatical period that allowed completion of the research, of the National Science Foundation for the acquisition of computing equipment and of the Natural History Museum of Kansas University for providing space and general facilities for research. Jorge Llorente acknowledges support of grants DGAPA IN-211397 and CONACyT 32002 and the hospitality of the Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

1461

Appendix. List of identity codes for the 176 species of Papilionidae and Pieridae used in the analysis.

Id_Species	Family	Genus	Species	Subspecies
1	Papilionidae	<i>Baronia</i>	<i>brevicornis</i>	<i>brevicornis</i>
2	Papilionidae	<i>Baronia</i>	<i>brevicornis</i>	<i>rufodiscalis</i>
4	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>philenor</i>	<i>philenor</i>
5	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>philenor</i>	<i>orsua</i>
6	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>philenor</i>	<i>acauda</i>
7	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>polydamas</i>	<i>polydamas</i>
8	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>laodamas</i>	<i>iopas</i>
9	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>laodamas</i>	<i>copanae</i>
10	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>eracon</i>	
12	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>ingenus</i>	
13	Papilionidae	<i>Battus</i>	<i>lycidas</i>	
14	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>alopius</i>	
15	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>photinus</i>	<i>photinus</i>
17	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>montezuma</i>	<i>montezuma</i>
19	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>eurymedes</i>	<i>mylotes</i>
21	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>sesostris</i>	<i>zestos</i>
22	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>panares</i>	<i>panares</i>
23	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>panares</i>	<i>lycimenes</i>
24	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>erithalion</i>	<i>polyzelus</i>
25	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>erithalion</i>	<i>trichopus</i>
27	Papilionidae	<i>Parides</i>	<i>iphidamas</i>	<i>iphidamas</i>
29	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>epidaus</i>	<i>tepicus</i>
30	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>epidaus</i>	<i>fenochionis</i>
31	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>epidaus</i>	<i>epidaus</i>
32	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>philolaus</i>	<i>philolaus</i>
33	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>agesilaus</i>	<i>fortis</i>
34	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>agesilaus</i>	<i>neosilaus</i>
35	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>dioxippus</i>	<i>lacandonens</i>
36	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>calliste</i>	<i>calliste</i>
37	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>thyastes</i>	<i>marchandi</i>
38	Papilionidae	<i>Protographium</i>	<i>thyastes</i>	<i>occidentalis</i>
39	Papilionidae	<i>Eurytides</i>	<i>salvini</i>	
40	Papilionidae	<i>Protesilaus</i>	<i>macrotilaus</i>	
42	Papilionidae	<i>Mimoides</i>	<i>thymbraeus</i>	<i>thymbraeus</i>
43	Papilionidae	<i>Mimoides</i>	<i>thymbraeus</i>	<i>aconophos</i>
44	Papilionidae	<i>Mimoides</i>	<i>ilus</i>	<i>branchus</i>
45	Papilionidae	<i>Mimoides</i>	<i>ilus</i>	<i>occidius</i>
46	Papilionidae	<i>Mimoides</i>	<i>phaon</i>	<i>phaon</i>
47	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>pharnaces</i>	
48	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>rogeri</i>	
49	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>erostratus</i>	<i>erostratus</i>
50	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>erostratus</i>	<i>vazquezae</i>
51	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>erostratus</i>	<i>erostratus</i>
52	Papilionidae	<i>Priamides</i>	<i>anchisiades</i>	<i>idaeus</i>
53	Papilionidae	<i>Troilides</i>	<i>torquatus</i>	<i>mazai</i>
54	Papilionidae	<i>Troilides</i>	<i>torquatus</i>	<i>tolus</i>
55	Papilionidae	<i>Calaides</i>	<i>ornythion</i>	<i>ornythion</i>
57	Papilionidae	<i>Calaides</i>	<i>astyalus</i>	<i>bajaensis</i>

1462

Appendix. Continued.

Id_Species	Family	Genus	Species	Subspecies
58	Papilionidae	<i>Calaides</i>	<i>astyalus</i>	<i>pallas</i>
60	Papilionidae	<i>Calaides</i>	<i>androgeus</i>	<i>epidaurus</i>
61	Papilionidae	<i>Heraclides</i>	<i>thoas</i>	<i>autocles</i>
62	Papilionidae	<i>Heraclides</i>	<i>crasphontes</i>	
63	Papilionidae	<i>Papilio</i>	<i>indra</i>	<i>pergamus</i>
65	Papilionidae	<i>Papilio</i>	<i>zelicaon</i>	<i>zelicaon</i>
66	Papilionidae	<i>Papilio</i>	<i>polyxenes</i>	<i>coloro</i>
67	Papilionidae	<i>Papilio</i>	<i>polyxenes</i>	<i>asterius</i>
68	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>esperanza</i>	
69	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>pilumnus</i>	
70	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>palamedes</i>	<i>leontis</i>
72	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>glaucus</i>	<i>alexiares</i>
73	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>glaucus</i>	<i>garcia</i>
74	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>rutulus</i>	<i>rutulus</i>
75	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>eurymedon</i>	
76	Papilionidae	<i>Pterourus</i>	<i>multicaudatus</i>	
78	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>garamas</i>	<i>garamas</i>
79	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>abderus</i>	<i>abderus</i>
80	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>abderus</i>	<i>baroni</i>
81	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>abderus</i>	<i>electryon</i>
83	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>victorinus</i>	<i>victorinus</i>
84	Papilionidae	<i>Pyrrhosticta</i>	<i>victorinus</i>	<i>morelius</i>
85	Pieridae	<i>Pseudopieris</i>	<i>nehemia</i>	<i>irma</i>
86	Pieridae	<i>Enantia</i>	<i>lina</i>	<i>marion</i>
88	Pieridae	<i>Enantia</i>	<i>albania</i>	<i>albania</i>
89	Pieridae	<i>Enantia</i>	<i>jethys</i>	
90	Pieridae	<i>Enantia</i>	<i>mazai</i>	<i>mazai</i>
91	Pieridae	<i>Enantia</i>	<i>mazai</i>	<i>diasi</i>
92	Pieridae	<i>Lieinix</i>	<i>lala</i>	<i>lala</i>
93	Pieridae	<i>Lieinix</i>	<i>lala</i>	<i>turrenti</i>
94	Pieridae	<i>Lieinix</i>	<i>neblina</i>	
95	Pieridae	<i>Lieinix</i>	<i>nemesis</i>	<i>athis</i>
96	Pieridae	<i>Lieinix</i>	<i>nemesis</i>	<i>nayaritensis</i>
97	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>amphiona</i>	<i>lupita</i>
98	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>amphiona</i>	<i>isolda</i>
99	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>amphiona</i>	<i>praxinoe</i>
100	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>crisia</i>	<i>virgo</i>
101	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>crisia</i>	<i>alvarezii</i>
102	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>eunoe</i>	<i>eunoe</i>
103	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>eunoe</i>	<i>popoluca</i>
104	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>eunoe</i>	<i>chamula</i>
105	Pieridae	<i>Dismorphia</i>	<i>theucharila</i>	<i>fortunata</i>
106	Pieridae	<i>Colias</i>	<i>alexandra</i>	<i>harfordii</i>
107	Pieridae	<i>Colias</i>	<i>eurytheme</i>	
108	Pieridae	<i>Colias</i>	<i>philodice</i>	<i>philodice</i>
109	Pieridae	<i>Colias</i>	<i>philodice</i>	<i>guatemalena</i>
110	Pieridae	<i>Zerene</i>	<i>cesonia</i>	<i>cesonia</i>
111	Pieridae	<i>Zerene</i>	<i>eurydice</i>	
112	Pieridae	<i>Anteos</i>	<i>clorinde</i>	<i>nivifera</i>
113	Pieridae	<i>Anteos</i>	<i>maerula</i>	<i>lacordairei</i>

1463

Appendix. Continued.

Id_Species	Family	Genus	Species	Subspecies
114	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>agarithe</i>	<i>agarithe</i>
115	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>agarithe</i>	<i>fisheri</i>
116	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>argante</i>	<i>argante</i>
117	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>neocypris</i>	<i>virgo</i>
118	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>philea</i>	<i>philea</i>
119	Pieridae	<i>Phoebis</i>	<i>sennae</i>	<i>marcellina</i>
120	Pieridae	<i>Prestonia</i>	<i>clarki</i>	
121	Pieridae	<i>Rhabdodryas</i>	<i>trite</i>	<i>trite</i>
124	Pieridae	<i>Aphrissa</i>	<i>statira</i>	<i>jada</i>
125	Pieridae	<i>Abaeis</i>	<i>nicippe</i>	
126	Pieridae	<i>Pyrisitia</i>	<i>dina</i>	<i>westwoodi</i>
127	Pieridae	<i>Pyrisitia</i>	<i>lisa</i>	<i>centralis</i>
128	Pieridae	<i>Pyrisitia</i>	<i>nise</i>	<i>nelphe</i>
129	Pieridae	<i>Pyrisitia</i>	<i>proterpia</i>	<i>proterpia</i>
130	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>agave</i>	<i>millerorum</i>
131	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>albula</i>	<i>celata</i>
132	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>boisduvaliana</i>	
133	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>daira</i>	
136	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>mexicana</i>	<i>mexicana</i>
137	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>salome</i>	<i>jamapa</i>
138	Pieridae	<i>Eurema</i>	<i>xantochlora</i>	<i>xantochlora</i>
139	Pieridae	<i>Nathalis</i>	<i>iole</i>	<i>iole</i>
140	Pieridae	<i>Kricogonia</i>	<i>lyside</i>	
141	Pieridae	<i>Anthocharis</i>	<i>cethura</i>	<i>cethura</i>
142	Pieridae	<i>Anthocharis</i>	<i>cethura</i>	<i>pima</i>
143	Pieridae	<i>Anthocharis</i>	<i>sara</i>	<i>sara</i>
144	Pieridae	<i>Anthocharis</i>	<i>sara</i>	<i>inghami</i>
145	Pieridae	<i>Paramidea</i>	<i>lanceolata</i>	
147	Pieridae	<i>Paramidea</i>	<i>limonea</i>	
148	Pieridae	<i>Euchloe</i>	<i>guaymasensis</i>	
149	Pieridae	<i>Euchloe</i>	<i>hyantis</i>	<i>hyantis</i>
150	Pieridae	<i>Euchloe</i>	<i>hyantis</i>	<i>lotta</i>
152	Pieridae	<i>Hesperocharis</i>	<i>costaricensis</i>	<i>pasion</i>
153	Pieridae	<i>Hesperocharis</i>	<i>crocea</i>	<i>crocea</i>
154	Pieridae	<i>Hesperocharis</i>	<i>crocea</i>	<i>jaliscana</i>
155	Pieridae	<i>Hesperocharis</i>	<i>graphites</i>	<i>graphites</i>
156	Pieridae	<i>Hesperocharis</i>	<i>graphites</i>	<i>avivolans</i>
157	Pieridae	<i>Eucheira</i>	<i>socialis</i>	<i>socialis</i>
158	Pieridae	<i>Eucheira</i>	<i>socialis</i>	<i>westwoodi</i>
159	Pieridae	<i>Neophasia</i>	<i>terlooi</i>	
160	Pieridae	<i>Archonias</i>	<i>brassolis</i>	<i>aproximata</i>
161	Pieridae	<i>Charonias</i>	<i>theano</i>	<i>nigrescens</i>
162	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>flisa</i>	<i>flisa</i>
164	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>flisa</i>	<i>oaxaca</i>
165	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>flisella</i>	
166	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>sp1.</i>	
167	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>nimbice</i>	<i>nimbice</i>
168	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>ochracea</i>	<i>ochracea</i>
169	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>ochracea</i>	<i>ssp.</i>
170	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>teutila</i>	<i>teutila</i>

1464

Appendix. Continued.

Id_Species	Family	Genus	Species	Subspecies
171	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>teutila</i>	ssp1.
172	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>teutila</i>	<i>flavifaciata</i>
173	Pieridae	<i>Catasticta</i>	<i>teutila</i>	ssp2.
175	Pieridae	<i>Pereute</i>	<i>charops</i>	<i>charops</i>
176	Pieridae	<i>Pereute</i>	<i>charops</i>	<i>leonilae</i>
177	Pieridae	<i>Pereute</i>	<i>charops</i>	<i>nigricans</i>
178	Pieridae	<i>Pereute</i>	<i>charops</i>	<i>sphocra</i>
180	Pieridae	<i>Melete</i>	<i>lycimmia</i>	<i>isandra</i>
181	Pieridae	<i>Melete</i>	<i>polyhymnia</i>	<i>florinda</i>
182	Pieridae	<i>Melete</i>	<i>polyhymnia</i>	<i>serrana</i>
183	Pieridae	<i>Glutophrissa</i>	<i>drusilla</i>	<i>tenuis</i>
184	Pieridae	<i>Pieris</i>	<i>rapae</i>	<i>rapae</i>
187	Pieridae	<i>Pontia</i>	<i>beckeri</i>	
188	Pieridae	<i>Pontia</i>	<i>protodice</i>	
189	Pieridae	<i>Pontia</i>	<i>sisymbrii</i>	<i>sisymbrii</i>
190	Pieridae	<i>Leptophobia</i>	<i>aripa</i>	<i>elodia</i>
191	Pieridae	<i>Itaballia</i>	<i>demophile</i>	<i>centralis</i>
192	Pieridae	<i>Itaballia</i>	<i>pandosia</i>	<i>kicaha</i>
193	Pieridae	<i>Pieriballia</i>	<i>viardi</i>	<i>viardi</i>
194	Pieridae	<i>Pieriballia</i>	<i>viardi</i>	<i>laogore</i>
195	Pieridae	<i>Perryhybris</i>	<i>pamela</i>	<i>chajulensis</i>
196	Pieridae	<i>Perryhybris</i>	<i>pamela</i>	<i>mapa</i>
197	Pieridae	<i>Ascia</i>	<i>monuste</i>	<i>monuste</i>
198	Pieridae	<i>Ascia</i>	<i>monuste</i>	<i>raza</i>
199	Pieridae	<i>Ganyra</i>	<i>howarthi</i>	<i>howarthi</i>
200	Pieridae	<i>Ganyra</i>	<i>howarthi</i>	<i>kuschei</i>
201	Pieridae	<i>Ganyra</i>	<i>josephina</i>	<i>josepha</i>
202	Pieridae	<i>Ganyra</i>	<i>phaloe</i>	<i>tiburta</i>

References

- Arita H, Figueroa F, Frisch A, Rodriguez P and Santos del Prado K (1998) Geographical range size and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology* 11: 92–100
- Austin M (1998) An ecological perspective on biodiversity investigations: examples from Australian Eucalypt forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 2–17
- Bojorquez-Tapia L, Balvanera P and Cuaron AD (1994) Biological inventories and computer databases: their role in environmental assessments. *Environmental Management* 18: 545–551
- Bojorquez-Tapia L, Azuara I, Ezcurra E and Flores O (1995) Identifying conservation priorities in Mexico through GIS and modelling. *Ecological Applications* 5: 215–231
- Brown J (1995) *Macroecology*. The University of Chicago Press, Chicago
- Butterfield BR, Csuti B and Scott J (1994) Modeling vertebrate distributions for GAP analysis. In: Miller R (ed) *Mapping the Diversity of Nature*, pp 53–68. Chapman & Hall, London
- Carpenter G, Gillison AN and Winter J (1993) DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation* 2: 667–680
- Chapman A and Busby J (1994) Linking plant species information to continental biodiversity inventory, climate modeling and environmental monitoring. In: Miller R (ed) *Mapping the Diversity of Nature*, pp 179–194. Chapman & Hall, London

- Chazdon R, Colwell RK, Denslow JS and Guariguata MR (1998) Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. In: Dalmeier F and Comiskey JA (eds) *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*, pp 285–309. Parthenon Publishing, Paris
- Colwell RK (1997) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's Guide and application published at <http://viceroy.ecb.unconn.edu/estimates>
- Colwell RK and Coddington J (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345: 101–118
- Dinerstein E, Olson D, Graham D, Webster A, Primm S, Bookbinder M and Ledee G (1995) *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Wildlife Fund and The World Bank. Washington, DC, 129 pp
- Fayyad U, Piatetsky-Shapiro G and Smyth P (1996) The KDD process of extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM* 39(11): 27–34
- Gaston K (1994) *Rarity*. Chapman & Hall, London, 205 pp
- Gaston K and Mound LH (1993) Taxonomy, hypothesis testing and the biodiversity crisis. *Proceedings of the Royal Society of London B* 251: 139–142
- Holt R and Gaines M (1992) Analysis of adaptation in heterogeneous landscapes: implications for the evolution of fundamental niches. *Evolutionary Ecology* 6: 433–447
- Hutchinson GE (1987) *An Introduction to Population Ecology*. Yale University Press, New Haven, Connecticut
- ICBP (International Council for Bird Preservation) (1992) *Putting Biodiversity on the Map: Priority Areas for Global Conservation*. International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK
- Imielinski T and Mannila H (1996) A database perspective on knowledge discovery. *Communications of the ACM* 39(11): 58–64
- Jones PG, Beebe S, Tohne J and Galwey NW (1997) The use of geographical information systems in biodiversity exploration and conservation. *Biodiversity and Conservation* 6: 947–958
- Lee S and Chao A (1994) Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics* 50: 88–97
- Leon-Cortes JL, Soberon J and Llorente J (1998) Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and Distributions* 4: 37–44
- Llorente J and Luis A (1993) Conservation-oriented analysis of Mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera, Papilionoidea). In: Ramamoorthy T, Bye R, Lot A and Fa J. *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press, Oxford, 812 pp
- Llorente J, Luna IV, Soberon J and Bojorquez L (1994) Biodiversidad, su inventario y teoría y práctica en conservación: la taxonomía alfa contemporánea. In: Llorente J (ed) *Taxonomía Biológica*, pp 507–520. Fondo de Cultura Económica. México
- Llorente J, Onate L, Luis A and Vargas I (1997) Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración. UNAM, México, 227 pp
- Margules CR and Austin MP (1995) Biological models for monitoring species decline: the construction and use of databases. In: Lawton J and May RM (eds) *Extinction Rates*, pp 183–196. Oxford University Press, Oxford
- May RM (1973) Patterns of species abundance and diversity. In: Cody ML and Diamond J (eds) *Ecology and Evolution of Communities*, pp 81–120. Belknap, Cambridge, Massachusetts
- Miller R (1994) *Mapping the Diversity of Nature*. Chapman & Hall, London
- Mourelle C and Ezcurra E (1996) Species richness of Argentine cacti: a test of biogeographic hypothesis. *Journal of Vegetation Science* 7: 667–680
- Myers N (1988) Threatened biotas: 'hot spots' in tropical forests. *The Environmentalist* 8(3): 187–208
- Nelson B, Ferreira C, da Silva M and Kawasaki M (1990) Endemism centres, refugia and botanical collection density in Brazilian Amazonia. *Nature* 345: 714–716
- Pankhurst R (1991) *Practical Taxonomy Computing*. Cambridge University Press, Cambridge
- Peterson T, Navarro A and Benitez H (1998) The need for continued scientific collecting: a geographic analysis of Mexican bird specimens. *IBIS* 140: 288–294
- Peterson T, Soberon J and Sanchez-Cordero V (1999) Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265–1267

1466

- Prendergast S, Wood N, Lawton J and Eversham BC (1993a) Correcting for variation in recording effort in analyses of diversity hotspots. *Biodiversity Letters* 1: 39–53
- Prendergast JR, Quinn R, Lawton J, Eversham B and Gibbons D (1993b) Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335–337
- Preston FW (1948) The commonness, and rarity of species. *Ecology* 29: 254–283
- Preston FW (1962) The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 43: 185–215
- Rapoport E (1982) *Areography: Geographical Strategies of Species*. Pergamon, Oxford
- Roman S (1997) *Access Database. Design and Programming*. O'Reilly & Associates, Cambridge, 251 pp
- Rzedowsky J (1978) *Vegetación de México*. Editorial Limusa, Mexico, 432 pp
- Schluter D and Ricklefs RE (1993) Species diversity. An introduction to the problem. In: Ricklefs RE and Schluter D (eds) *Species Diversity in Ecological Communities*, pp 1–12. The University of Chicago Press, Chicago
- Scott M, Tear T and Davies F (1996) *Gap Analysis. A Landscape Approach to Biodiversity Planning*. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, 320 pp
- Scott M and Jennings MD (1998) Large-area mapping of biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 34–47
- Soberon J and Llorente J (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480–488
- Soberon J, Llorente J and Benítez H (1996) An International view of National Biological Surveys. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 83: 562–573
- Soto M and Gomez-Pompa A (1990) *Bioclimatología de la Flora de Veracruz*, No. 1 Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Mexico
- Stockwell D and Noble I (1992) Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method for data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 33: 385–390
- Tyler H, Brown KS and Wilson K (1994) *Swallowtail Butterflies of the Americas. A Study in Biological Dynamics, Ecological Diversity, Biosystematics and Conservation*. Gainesville Scientific Publications
- Umminger B and Young S (1997) *Information Management for Biodiversity: a proposed US National Biodiversity Information Center*. In: Reaka-Kudla M, Wilson DE and Wilson EO (eds) *Biodiversity II. Understanding and Protecting our Biological Resources*, pp 491–504. Joseph Henry Press, Washington, DC
- Weiss S and Murphy D (1993) Climatic considerations in reserve design and ecological restoration. In: Saunders D, Hobbs R and Ehrlich P (eds) *Nature Conservation 3: Reconstruction of Fragmented Ecosystems*, pp 89–107. Beatty & Sons, London
- Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213–251
- Wohlgemuth T (1998) Modelling floristic species richness on a regional scale: a case study in Switzerland. *Biodiversity and Conservation* 7: 159–177

CAPÍTULO V

UN ÍNDICE DE AMPLITUD BIOGEOGRÁFICA APLICADO A UNA BASE DE DATOS DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE (INSECTA: LEPIDOPTERA) MEXICANOS

Durante el desarrollo de esta tesis, se describió la distribución conocida de papiliónidos y piéridos mexicanos señalando las localidades registradas para cada especie y la fuente de origen de la información, al desplegar los mapas correspondientes. También se evaluó el conocimiento del grupo en una escala de celdillas de 0.5°, encontrando un sesgo en la intensidad de recolectas, en la distribución de las localidades recolectadas, en los tipos de vegetación seleccionados en las recolectas y en la recolección de las especies. Así, se podría concluir que la calidad de los datos no permite su uso para predecir la distribución potencial de las especies, ni para comparar la diversidad y abundancia entre las localidades. En concreto se encontró que son pocas las localidades bien conocidas y que la mayor intensidad de recolecta se llevó a cabo en sitios en donde los tipos de vegetación predominantes son el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical perennifolio. Fue evidente también el que la mayor parte de las localidades se concentran en el sureste del país, en sitios muy cercanos a las carreteras y que algunas especies han sido más recolectadas que otras.

Ya que un objetivo importante de esta tesis fue proponer un método para predecir la distribución potencial de las especies, se plantea una alternativa para usar los datos cuando éstos son heterogéneos, distinto a otros que podemos considerar insatisfactorios. De este modo se propone obtener información básica que permita hacer predicciones que apoyen propuestas de bioconservación, a pesar de la dificultad de trabajar con una base de datos que carece de muestreos homogéneos. Debe considerarse que se trata de una de las bases sobre mariposas más completas y depuradas que existen en el mundo.

En este capítulo se presenta a modo de artículo Un Índice de Amplitud Biogeográfica aplicado a una base de datos de Papilionidae y Pieridae (Insecta: Lepidoptera) mexicanos. Este documento propone considerar el uso de las frecuencias relativas para predecir las distribuciones de las especies y, en consecuencia, la presencia de especies en localidades no recolectadas. Un índice de amplitud biogeográfica representa una alternativa para explorar la capacidad predictiva de bases de datos que pueden tener registros heterogéneos y posiblemente pocas localidades bien recolectadas. Además, un índice de amplitud biogeográfica, abreviado *ABR*, puede reflejar la distribución geográfica del grupo, por lo que debe considerarse su valor como indicador de especies prioritarias de protección (Oñate y Morrone, *en prep.*).

**UN ÍNDICE DE AMPLITUD BIOGEOGRÁFICA APLICADO A UNA BASE DE
DATOS DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE (INSECTA: LEPIDOPTERA)
MEXICANOS**

Leonor Oñate-Ocaña y Jorge E. Llorente Bousquets

*"Se puede contar todo lo que cuenta, pero no siempre lo
que se puede contar cuenta" Einstein*

RESUMEN

Por la necesidad de buscar soluciones para conservar la biodiversidad en las regiones tropicales pobremente conocidas y considerando el mal estado en el que se encuentran los inventarios de tales regiones, analizamos la aplicación de métodos predictivos de distribución de especies y se propone el uso de un índice de amplitud biogeográfica como alternativa. Describimos este índice para minimizar los sesgos en las estimaciones. Analizamos las frecuencias relativas para cada una de las 53 especies de papilionidos y 79 de pieridos mexicanos, concentrados en una base de datos de 40 752 individuos albergados en 11 museos y 13 807 datos hallados en la literatura. Contrastamos las frecuencias relativas de los datos de colecciones con los de la literatura. Hicimos un escrutinio de las frecuencias relativas para generar un índice de amplitud biogeográfica. El objetivo del artículo es presentar la aplicación de este índice para predecir la probabilidad de presencia de las especies y para evaluaciones rápidas en regiones tropicales poco conocidas con propósitos conservacionistas.

ABSTRACT

To order to look for solutions to preserve the biodiversity in poor known tropical regions and consider the bad stage of the that regions inventories, we analyze the species predictions methods applications and propose to use one width biogeographical index as alternative. We describe this index to minimize the estimations bias. We analyze relative frecuencies for 53 papilionid and 79 pierid mexican species concentrated in a 40 752 data label individuals stored in 11 museums and 13 807 reported in books or papers. We have compared the museum colections relative frecuency results with reference data. We count the relative frecuencies to evolve one width biogeographical index. This paper goal is propose the width biogeographical index like as alternative method to predice distributional species probability occurrence and to speed biogeographical evaluations in poor known tropical regions for conservational purposes.

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década se viene incrementado la necesidad de contar con bases de datos y sistemas de información geográfica que en conjunto nos ayuden a buscar soluciones para predecir distribuciones de especies y analizar la alteración de hábitats (CONABIO, 1997; Peterson *et al.*, 1998; Escalante *et al.*, 2000; Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000; Navarro *et al.*, 2003a). En las regiones tropicales se han

descrito los valores más altos de biodiversidad del planeta (National Science Board, 1989; Gómez-Pompa, 1992; Agenda 21, 1994; Dinerstein *et al.*, 1995; UICN, 1996; Harcourt y Sayer, 1996; Henning *et al.*, 2003) y es en ellas donde se encuentran las tasas más elevadas de transformación de ecosistemas (Dirzo, 1990, 1992; Harcourt y Sayer, 1996; Kerr *et al.*, 2000; Myers *et al.*, 2000; Pimm y Raven, 2000). La mayoría de los datos de ejemplares recolectados en muchas de estas regiones se encuentran en colecciones de museos de otras partes del mundo (Michán y Llorente, 2002; Navarro *et al.*, 2003; Michán *et al.*, 2004, Oñate-Ocaña y Llorente, *en prep.*).

México es reconocido entre los países megadiversos por su compleja historia geológica, su posición geográfica singular, gran variedad de climas y tipos de vegetación y suelos (Rzedowski, 1992; Ramamoorthy *et al.*, 1993; Harcourt y Sayer, 1996), lo que ha dado como consecuencia su gran riqueza de especies y alto nivel de endemismo (Navarro y Benítez, 1993; Flores y Gerez, 1994). Por ello, es importante conservar y proteger los ecosistemas mexicanos (Mittermeier y Goettsch, 1992). Para lograr esto se requieren inventarios satisfactorios de la biota mexicana, así como el análisis de los datos acumulados durante años en bases computarizadas que se han elaborado en universidades y centros de investigación del país (Llorente *et al.*, 1997; Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000).

En los últimos diez años en todo el mundo se han venido desarrollando técnicas, algoritmos y programas estadísticos para encontrar métodos apropiados que ayuden en las propuestas de conservación (Dennis y Hardy, 2001; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Espadas *et al.*, 2003; Fleishman *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b). El uso de mapas de distribución de las especies y comunidades, así como la generación de distribuciones potenciales, ha sido importante para comprender los patrones de biodiversidad y para aplicarlos como herramientas en bioconservación (Lenton *et al.*, 2000; Espadas *et al.*, 2003; Rojas-Soto *et al.*, 2003). Sin embargo, se requiere de información precisa tanto de los puntos de presencia geográfica de las especies como de información geoespacial que casi siempre es incompleta en los países en vías de desarrollo (Soberón *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003; Müller *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b). Por lo general se cuenta con datos de zonas cercanas a las vías de acceso y zonas pobladas o turísticas, pero no contamos con datos de zonas de muchas áreas (Soberón *et al.*, 2000; Hortal y Lobo, 2002; Espadas *et al.*, 2003; Martín-Piera y Lobo, 2003). Se han llevado a cabo estudios usando las bases de datos, métodos estadísticos y sistemas de información geográfica para generar modelos que ayuden a predecir sitios con gran riqueza de especies que pudieran estar inexplorados (Lenton *et al.*, 2000; Kier y Barthlott, 2001; Hortal y Lobo, 2002; Mac Nally, 2000 y 2002; Espadas *et al.*, 2003; Fleishman *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b).

Algunos estudios han comparado modelos de estimación de la riqueza de especies como el ICE (estimación de incidencia de la cobertura), Chao1, Lognormal y Poisson, con el fin de postular áreas prioritarias de conservación (Sarakinis *et al.*, 2001; Lehmann *et al.*, 2002; Petersen y Meier, 2003). Por

otro lado, se han utilizado sistemas de información geográfica sobreponiendo las distribuciones conocidas sobre mapas de factores medioambientales para generar distribuciones potenciales (Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). Entre estos últimos, se han utilizado modelos aditivos generalizados (GAMs) (Ray *et al.*, 2002), con algoritmos simples (Ojeda *et al.*, 2003) o con reglas o probabilidades bayesianas (Fleishman *et al.*, 2003) y árboles de regresión que es un caso particular de los modelos lineales generalizados o GLM (Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). También se utilizan sistemas de información geográfica combinados con algoritmos como el GAP, BIOCLIM, BIOM, DOMAIN, GARP (Genetic algorithm for rule-set prediction) (Espadas *et al.*, 2003; Henning *et al.*, 2003; Martín-Piera y Lobo, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b; Peterson y Robins, 2003; Peterson y Kluza, 2003). Para evaluar la precisión de los modelos predictivos se han comparado juegos de datos almacenados en colecciones con datos de observaciones directas de campo (Navarro *et al.*, 2003b; Petersen *et al.*, 2003; Petersen y Meier, 2003). Cada uno de estos métodos tiene ventajas, potencialidades y limitaciones, ya que la disponibilidad de los datos de presencia de las especies muchas veces es incompleta, y los mapas no existen o la escala no es compatible (Soberón *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b). En la mayoría de estos estudios influye desfavorablemente la desigualdad del esfuerzo de recolecta y la interdependencia entre las variables, la autocorrelación espacial de variables, la falta de relación lineal entre las variables así como interacciones complejas entre las variables (Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003).

La mayoría de las bases de datos de los países tropicales, a pesar de contener hasta cientos de miles de registros, carecen de un muestreo adecuado en cuanto al número de recolectas por localidad y el número de individuos, así como la cantidad y tipo de especies estudiadas. En muchos casos no se han cubierto las áreas de inspección de forma homogénea, ni se cuenta con métodos de captura estandarizados (Soberón *et al.*, 2000; Müller *et al.*, 2003). Para las zonas tropicales difícilmente contamos con datos de distribución suficientes para generar recomendaciones bioconservacionistas (Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). Por esto se han buscado alternativas como el uso de muestras sustitutas (muestras de especies bien conocidas) y el uso de especies o comunidades indicadoras (Kerr *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003; Petersen y Meier, 2003). Entre otros grupos, las mariposas han sido señaladas como indicadoras en estudios de biodiversidad por su respuesta a la alteración del hábitat, por un lado (Kremen, 1994; Tyler *et al.*, 1994; Becher, 1998; Linell *et al.*, 2000; Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Fleishman *et al.*, 2003) y por otro, como foco de interés hacia el análisis de los patrones biogeográficos, especialmente en la región Neotropical (Whitmore y Prance, 1987).

El propósito de este trabajo es presentar un índice de amplitud biogeográfica (ABR) como un método alternativo para el uso de bases de datos incompletas y con registros heterogéneos, para la estimación de riqueza de especies y la predicción del contenido específico en áreas poco conocidas. Se

espera que este índice contribuya a la búsqueda de criterios que sustenten la protección de los ecosistemas tropicales pobremente estudiados, con el fin de conservar su biodiversidad. Se analizan las ventajas, las desventajas y los requerimientos para la aplicación de este índice, y además se discuten los métodos más comunes usados para predecir la distribución, incluyendo las ventajas que ofrecen y los problemas generados al aplicarlos en bases de datos incompletas e imprecisas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un base de datos de 40 752 individuos albergados en 11 museos y 13 807 datos hallados en la literatura, en donde se reconocen 53 especies de papilionidos y 79 especies de piéridos mexicanos (Llorente *et al.*, 1997; Soberón *et al.*, 2000). Se utilizó una regionalización por cuadrantes de 0.5° por lado que cubren la totalidad del territorio nacional (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000). Se separaron los datos provenientes de colecciones de los obtenidos de la literatura en dos secciones, llamadas ‘colecciones’ y ‘literatura’, respectivamente. Para cada sección, se analizó la distribución de la abundancia a través del conteo del número de individuos y del número de registros de cada especie, en donde cada registro está definido como uno o varios ejemplares recolectados en un mismo lugar y en la misma fecha. Se contaron los meses de registro para establecer la amplitud de distribución estacional y se obtuvo el número de localidades para cada especie y el número de estados con registro. Se contaron los cuadrantes en donde está presente la especie y las franjas longitudinales y latitudinales con registro. Para describir las especies de papilionidos y piéridos en cada tipo de vegetación, se elaboró una base de datos ecogeográfica, recopilando información de la literatura acerca de tipos de vegetación, intervalos de altitud y plantas de alimentación citadas para las especies conocidas. Estos datos se utilizaron para generar un documento donde se describe el tipo de vegetación en el que se ha localizado cada especie y se contrasta con los datos de colecciones. La vegetación original registrada para cada especie se clasificó buscando sinonimia con el tipo de vegetación señalado por Rzedowski (1978) para facilitar el conteo (Cuadro 1).

Se calculó la frecuencia relativa (*frel*) por tipos de vegetación, por cuadrantes, por localidad, por estados, por franja latitudinal y longitudinal, por individuo, por mes y por registro para cada especie. Este cálculo se efectuó con base en los totales de número de individuos, registros, meses, localidades, estados, cuadrantes, tipos de vegetación, franjas latitudinales y longitudinales, y cada uno de los valores de frecuencia de cada especie. Se calculó el promedio de las frecuencias relativas de todas las variables, lo que permitió obtener un índice de presencia relativa promedio, denominado índice de amplitud biogeográfica (ABR). El intervalo de valores del índice va de 0 a 1, en donde 0 indica la menor probabilidad de presencia de la especie y el 1 la mayor probabilidad de encontrarse. El cálculo del índice ABR se define así:

$$\text{ÍNDICE ABR} = \sum \text{frel} * n^{-1}$$

que para los datos obtenidos de la literatura fue:

$$ABRL = \frac{f_{rel_{veg}} + f_{rel_{cdr}} + f_{rel_{loc}} + f_{rel_{edo}} + f_{rel_{long}} + f_{rel_{lat}} + f_{rel_{ind}} + f_{rel_{mes}} + f_{rel_{reg}}}{16 \quad 300 \quad 747 \quad 32 \quad 32 \quad 19 \quad 13807 \quad 12 \quad 19835} \quad 9$$

y para los datos obtenidos de colecciones fue:

$$ABRC = \frac{f_{rel_{veg}} + f_{rel_{cdr}} + f_{rel_{loc}} + f_{rel_{edo}} + f_{rel_{long}} + f_{rel_{lat}} + f_{rel_{ind}} + f_{rel_{mes}} + f_{rel_{reg}}}{16 \quad 300 \quad 747 \quad 32 \quad 32 \quad 19 \quad 40752 \quad 12 \quad 28418} \quad 9$$

Ambos índices se compararon entre sí y evaluaron estadísticamente analizando sus diferencias a través de la prueba de χ^2 .

RESULTADOS

El patrón latitudinal de distribución para papilionidos y piéridos de México muestra una clara tendencia al aumento en la riqueza de especies en latitudes conforme se acerca al ecuador (figura 1). La tendencia decae en los 15 y 14 grados, hacia donde disminuye notablemente el tamaño del territorio mexicano, y por tanto las localidades y la extensión longitudinal. También debe considerarse que solamente se encuentran once cuadrantes explorados entre los 14 y 15 grados de latitud norte, 50 localidades en Chiapas y 15 de Oaxaca con una variedad de tan sólo tres tipos de vegetación. Se encontró que la distribución altitudinal de ambas familias se mantiene constante en el intervalo de altitud entre los 250 y 1800 m s.n.m., en donde se concentra la mayor parte de las especies, y por arriba de esta altitud se encuentra un decremento (figura 2).

Los valores del índice de amplitud biogeográfica calculados para colecciones y para literatura de papilionidos mexicanos se encuentran por debajo de 0.5, en un intervalo de 0 a 0.49 (Cuadro 2) y con un valor medio entre 0.2225 a 0.2275 para los datos de colecciones y literatura respectivamente (Cuadro 4). Solamente tres especies tienen valores arriba de 0.4 y casi la mitad de las especies tienen valores por debajo de 0.25, lo que pone de manifiesto el carácter endémico del grupo o sus 'escasas' recolectas. El valor más frecuente del índice, en papilionidos, se encuentra entre 0.1 y 0.19 en colecciones y 0.2 y 0.29 en literatura. La mediana ubica en 0.25 y 0.23 el 50% de los valores del índice ABRC y ABRL respectivamente. La dispersión de los datos es de 30% (Cuadro 4).

El cálculo del índice de amplitud biogeográfica para piéridos mexicanos resultó en el intervalo de valores entre 0 y 0.59 (Cuadro 3). El índice ABR para piéridos muestra la media entre 0.26175 para datos de colecciones y 0.2109 para los bibliográficos. Aunque el valor de la media del índice ABR en piéridos es ligeramente superior a 0.25, también refleja el marcado endemismo de esta familia. La moda resultó entre .01 y .09, mientras que la mediana indica que el 50% de los datos caen en 0.2633 y 0.2218 para piéridos. La dispersión de los datos es de 40% en piéridos (Cuadro 4).

Los papilionidos *Heraclides cresphontes* y *Battus philenor* y los piéridos *Eurema daira*, *Phoebis sennae* y *Zerene cesonia* fueron las especies recolectadas en mayor número de localidades. Las especies de

papiliónidos con mayor número de registros son *Papilio polyxenes asterius* y *Heraclides cresphontes*, mientras que *Pyrisitia proterpia*, *P. nise*, *Phoebis sennae* y *Eurema daira* fueron los piéridos con mayor número de registros. También con un número grande de registros están los papiliónidos *Parides montezuma*, *Protographium epidaus*, *Heraclides thoas*, *Pyrrhosticta victorinus*, *Parides photinus*, *Protographium philolaus*, *Battus philenor* y *B. polydamas* y los piéridos *Zerene cesonia*, *Eurema boisduvaliana*, *Ascia monuste*, *Phoebis agarithe*, *Enantia mazai*, *Natalis iole* y *Enantia jethys*. Esto se ve reflejado en el índice, destacando como especies de amplia distribución los papiliónidos *Battus philenor*, *Heraclides cresphontes*, *Papilio polyxenes asterius*, *Heraclides thoas autocles*, *Battus polydamas*, *Parides montezuma*, *Priamides pharnaces*, *Protographium philolaus philolaus* y *Pterourus multicaudatus*. Por otro lado, es claro que los piéridos de amplia distribución son *Abaeis nicippe*, *Anteos clorinde nivifera*, *A. maerula lacordairei*, *Colias eurytheme*, *Eurema daira*, *E. mexicana*, *Natalis iole*, *Phoebis agarithe*, *P. argante*, *P. sennae marcellina*, *Pontia protodice*, *Pyrisitia dina westwoodi*, *P. nise nelphe*, *P. lise centralis*, *P. proterpia proterpia* y *Zerene cesonia*.

Papilio indra pergamus, *P. zelicaon*, *Battus eracon*, *Parides panares*, *P. alopius*, *P. photinus*, *Protographium thyastes*, *Pterourus esperanza*, *P. eurymedon*, *P. rutulus* y *Pyrrhosticta abderus* tienen distribución restringida y las especies de piéridos como *Anthocharis cethura*, *A. sara*, *Catasticta ochracea*, *Charonias theano nigrescens*, *Colias alexandra hardfordii*, *C. philodice*, *Dismorphia amphione*, *D. erisia*, *D. eumoe*, *D. theucharila*, *Enantia lina marion*, *Euchloe hyantis*, *Eurema agave*, *Ganyra howarthi*, *Lieinix lala*, *L. neblina*, *Melete polyhymnia*, *Paramidea lanceolata*, *Perrhybris pamela*, *Pontia beckeri*, *Prestonia clarki*, *Pseudopieris nehemia* y *Zerene eurydice* tienen distribución restringida y algunas de ellas además son especies raras.

Las especies comunes y abundantes, es decir, aquellas que tienen distribución amplia y además alto número de registros, son los papiliónidos *Papilio polyxenes*, *Heraclides cresphontes*, *H. thoas autocles* y *Battus philenor*, y los piéridos *Eurema daira*, *Pyrisitia proterpia*, *Zerene cesonia* y *Phoebis sennae marcellina*. Algunas especies tienen distribución amplia pero son poco comunes, ya que tienen un número de registros bajo; éste es el caso del papiliónido *Calaides astyallus*. Es importante señalar que algunas especies con alto número de registros se encuentran en hábitats intensamente muestreados, como el bosque mesófilo de montaña (Apéndice); otras como *Baronia brevicornis* han sido intensamente recolectadas, de ahí el alto número de individuos en la base de datos.

Por otro lado, las especies de distribución restringida, pero abundantes en la base, son aquellas que aun siendo restringidas en su distribución, su número de registros es relativamente alto; éste es el caso del papiliónido *Parides panares* y los piéridos *Anthocharis cethura*, *A. sara* y *Colias alexandra hardfordii*. *Parides panares* se encuentra citada en los tipos de vegetación mejor recolectados, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña-bosque tropical perennifolio

(Apéndice). Por último, las especies que son raras y además son de distribución restringida, tienen un número pobre de registros como corresponde a los papilónidos *Pterourus esperanza*, *P. rutulus*, *P. eurymedon*, *Papilio zelicaon*, *P. indra pergamus*, *Battus eracon* y *Priamides rogeri* y los piéridos *Colias philodice*, *Euchloe hyantis*, *E. guaymasensis*, *Melete polyhymnia*, *Paramideia lanceolata*, *Prestonia clarki*, *Pontia beckeri*, *Zerene eurydice* y *Pseudopieris nehemia irma*. Entre estas especies, además, se encuentran *Protographium marcellus* y *Papilio machaon*, las cuales tienen registros dudosos, por lo que el índice menor que 0.001 refleja la baja probabilidad de que exista en el país. El piérido *Neophasia terlooi* se encuentra en siete estados, aunque con registros escasos, lo que indica que es una especie rara (por su abundancia) aunque está ampliamente distribuida (amplitud geográfica); probablemente es una especie difícil de recolectar, pues vuela entre los 4 y 12 m alrededor de los pinos de los que se nutre la larva.

Se encontró una tendencia hacia los valores del índice cercanos al 0.25, lo que califica a las especies de ambas familias como restringidas biogeográficamente.

Los resultados de la base de datos ecogeográfica se muestran en el Apéndice, en donde se presentan las especies registradas en cada tipo de vegetación. Estos datos contrastan con los obtenidos para colecciones y los obtenidos al cruzar los mapas de vegetación con las coordenadas geográficas de las localidades (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000).

DISCUSIÓN

La ciencia se desarrolla al poner a prueba hipótesis que expliquen los hechos y los datos con base en la probabilidad. En otras palabras, se evalúa la certeza en términos de probabilidad y al usar probabilidades se empieza con las proposiciones que se quieren probar (Phillips, 1980; Williams, 1982). Siguiendo esta lógica, en este trabajo se propone un índice de amplitud biogeográfica con base en las frecuencias relativas de cada especie en la base de datos. El procedimiento empleado utiliza la descripción de las observaciones (datos de la base) y la búsqueda de generalizaciones y deducciones a partir de ellas. Ciertamente se expresan razonamientos inductivos con propósitos predictivos; tales predicciones pueden ser probadas.

Aunque es difícil saber cuándo un inventario adquiere un mínimo de confianza (Toledo, 1994), sabemos que las bases de datos de zonas de alta diversidad biológica tienen registros vagos, heterogéneos y de pocas localidades bien estudiadas, y esto es posiblemente insuficiente (Llorente *et al.*, 1994; Soberón *et al.*, 2000; Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). El sesgo en la obtención de los datos y la exploración de las localidades, además del efecto carretera y la variabilidad de frecuencia de recolectas, dificulta la aplicación de métodos como los modelos aditivos generalizados o GAMs (Ray *et al.*, 2002) con algoritmos simples (Ojeda *et al.*, 2003) o con reglas bayesianas (Fleishman *et al.*, 2003), o el uso de sistemas de información geográfica combinados con algoritmos como el GAP, BIOCLIM, BIOM, GARP (Genetic algorithm for rule-set prediction) (Henning *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a y b; Peterson y Robins, 2003; Peterson y Kluza, 2003), porque estos métodos pueden requerir de bases de datos mejores y

más completas y con inventarios homogéneos (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003); y porque la falta de homogeneidad en los datos y la atribución de ausencias por falta de recolectas genera estimaciones imprecisas (Horta y Lobo, 2002).

Muy pocos estudios comparan la efectividad de los resultados generados por los modelos predictivos, no encontrando diferencias significativas para establecer su confiabilidad (Horta y Lobo, 2002). Los modelos que buscan encontrar las relaciones causales de la distribución deben optar por técnicas capaces de estimar el porcentaje de variación de cada variable explicativa sin la intervención de las restantes (MacNally, 2000; Horta y Lobo, 2002). El uso de modelos en los que no se trata de estimar la relación causal, sino sólo de extrapolar la distribución espacial con los datos conocidos sí es posible (Horta y Lobo, 2002). Por tanto, el uso de un método analítico que pondera la frecuencia, es válido a pesar del sesgo en el muestreo, ya que pondera la incidencia, lo que permite describir sistemática y empíricamente lo que ha ocurrido en el conocimiento de estas dos familias de mariposas en México. Su objetividad radica en las reglas empíricas obtenidas al considerar la información acumulada hasta ahora: la frecuencia de observaciones.

El índice propuesto refleja la extensión geográfica relativa que se observa en una especie dada. Cada frecuencia se considera en términos de la proporción del número total de especies y de individuos. Estas proporciones se actualizan automáticamente al incrementarse el conocimiento del grupo. Además, para que la proporción sea útil, se consideran como probabilidades por lo que los valores del índice van de 0 a 1. Es importante considerar que la probabilidad de presencia de una especie es independiente de la presencia de otra, por lo que la suma de las probabilidades no da la unidad. El índice compara a todas las especies; pero considera condiciones particulares en las que se ha hallado cada una. Esto facilita que las especies mejor conocidas no se vean sesgadas por el desconocimiento de otras. Las especies poco conocidas presentan un índice notoriamente más sesgado que las mejor conocidas. Por otro lado, el índice ABR de las especies de amplia distribución se incrementa cuando éstas son encontradas en varias localidades distantes, aun cuando existen regiones amplias sin recolectar y a pesar que los muestreos sean sumamente heterogéneos. En contraste, el algoritmo genético GARP usa registros de más de 30 datos de presencia, por lo que sólo considera especies con distribución geográfica relativamente amplia y no toma en cuenta aquellas con distribución restringida (Siqueira y Peterson, 2003).

La construcción de modelos predictivos aplicados a la conservación se ha acelerado en la última década con modelos estadísticos integrados a sistemas de información geográfica que relacionan los datos de distribución espacial con mapas de variables ambientales (Peterson, 2001; Horta y Lobo, 2002; Fleishman *et al.*, 2003). Los modelos generalizados lineales 'GLM', los modelos de regresión logística, los modelos basados en el factor bayesiano o regresión de Poisson, los modelos aditivos generalizados 'GAM', las redes neuronales, los algoritmos como 'GARP', 'BIOCLIM', 'DOMAIN', los árboles de

regresión, los árboles de decisión y las particiones jerárquicas generan predicciones para un gran número de especies con bases de datos de cientos de miles de registros con mapas de alta resolución obtenidos con percepción remota (Lenton *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Horta y Lobo, 2002; MacNally, 2000 y 2002; Espadas *et al.*, 2003; Fleishman *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2003; Peterson y Kluza, 2003).

Estos modelos se basan en inventarios homogéneos y completos, cuentan con herramientas de alta resolución y además se basan en suposiciones de nicho, bioclima u otros de cómo responden las especies a los factores ambientales. La propuesta presentada aquí, por el contrario, se basa en la frecuencia de datos heterogéneos y en las características de los datos obtenidos de colecciones y de la revisión de la literatura. Además, los modelos de regresión generan resultados viciados debido a que las variables se interrelacionan y es difícil obtener la variable causal (Horta y Lobo, 2002; MacNally, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003); la mayoría de estos modelos no son aplicables a datos incompletos y heterogéneos. Cuando estos modelos se aplican a bases de datos incompletas generan resultados falseados y por tanto poco confiables (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000; Horta y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003).

El algoritmo GARP aplicado en la misma base de datos probablemente generaría resultados sesgados, por esta razón, Soberón *et al.* (2000) restringen el uso de la base para hacer esa clase de extrapolaciones a escala fina. En contraste, el índice propuesto puede aplicarse en inventarios pobres o muestreos incompletos, con esfuerzo de recolecta variado e impreciso. Entre otras ventajas, la aplicación del índice ABR cuantifica la amplitud biogeográfica del grupo y de cada especie, ya que está fuertemente ligado con la frecuencia de la presencia en los cuadrantes geográficos y en la franja de latitud y longitud de recolecta. El índice además no presupone modelos de compatibilidad del hábitat que podrían sesgarse por el efecto de la escala, especialmente al usar mapas de tipo de vegetación que pueden resultar poco precisos y en otras escalas. El índice ABR es sumamente sensible a la distancia del punto de recolecta y a la frecuencia del tipo de vegetación, lo que se pone de manifiesto en los valores bajos de χ^2 y que se corrobora en un análisis de regresión logística (Oñate-Ocaña y Alonso, *en prep.*) El sesgo principal de la aplicación del índice ABR se muestra al usar la frecuencia de localidades. Por esto, el uso de ABR debe considerar este problema, pues la mayor variación se encontró en especies muy bien recolectadas y en las poco conocidas, así como en las localidades muy estudiadas y en aquellas que están mal conocidas. Esto apoya la necesidad de incrementar el esfuerzo de reunir el mayor número de datos que pueden aplicarse a diversos métodos predictivos y compararse con el índice de amplitud biogeográfica.

DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL Y ALTITUDINAL. El patrón latitudinal de distribución para papilionidos y piéridos de México muestra un incremento de especies inversamente proporcional al aumento de la latitud, como ocurre en mamíferos, reptiles y aves (Flores y Gerez, 1994). Se distinguen tres grupos de franjas latitudinales: de 15 hasta 20° se encuentra la mayor diversidad de especies que llega a ser de 60

piéridos y 40 papi.liónidos, bajando entre los 21 y 23° a 45 piéridos y 30 papiliónidos. En los 24° baja abruptamente a 32 especies de piéridos y luego baja hasta 26 piéridos en los 26° manteniéndose más o menos constante hasta el límite norte del país. Mientras tanto, los papiliónidos presentan una disminución notoria a los 26° que se mantiene más o menos constante hasta los 32°. Este patrón más que latitudinal, parece ser el efecto de la naturaleza Neotropical de la lepidoptero fauna mexicana, aunado a la diversidad de especies generada por la compleja topografía del Eje Neovolcánico que está localizado entre los 17 y 20° latitud norte, y al incremento de aridez al norte del Eje Neovolcánico.

En ambas familias el patrón de distribución altitudinal se mantiene constante en el intervalo de altitud entre los 250 y 1800 m s.n.m., disminuyendo gradualmente en altitudes mayores hasta los 2 800, donde la disminución es abrupta. Esto refleja que las mariposas son un grupo muy diverso en bosques, con la mayor diversidad en altitudes que van de 100 m hasta altitudes mayores a 2,800 m s.n.m. (Luis-Martínez *et al.*, 2003). Con los datos obtenidos no detectamos una gradación altitudinal lineal, aunque podemos decir que las especies estudiadas prefieren altitudes entre 250 y 2800 m s.n.m., lo que contrasta con los resultados de Van Lien y Yuan (2003), quienes encontraron en Vietnam una mayor diversidad de papilionoideos en altitudes debajo de los 250 m s.n.m.

ÍNDICE ABR. El índice ABR refleja la amplitud de distribución geográfica del grupo, por lo que tiene un gran valor como indicador de especies prioritarias de protección. Las especies con distribuciones más extendidas, presentes en cualquier tipo de vegetación, tendrán los valores más cercanos a la unidad, mientras que las especies con distribuciones restringidas, con presencia en un tipo de vegetación, resultarán con valores bajos. Los valores de cero indican que una especie no existe. Las especies con índice ABR de cero calculado en colecciones representan los casos en los que no tenemos ejemplares, aunque estos taxones hayan sido citados en la literatura. Hasta ahora no se ha considerado el mayor o menor porcentaje de un tipo de vegetación o clima dado; al considerarse los valores variarían.

La comparación entre los índices ABR de colecciones y literatura muestra gran parecido tanto en papiliónidos como en piéridos, lo que expone que ambas bases reflejan resultados similares. Al comparar los valores de ABR de piéridos y papiliónidos, se detecta que los papiliónidos tienen una distribución más restringida que los piéridos. De hecho, aun cuando hay tres especies de papiliónidos de amplia distribución con valores entre 0.4 y 0.5, estas especies tienen bajas densidades, por lo que los valores de ABR disminuyen. Por otro lado, la dispersión de los datos es ligeramente mayor en piéridos que en papiliónidos, otra medida que puede reflejar mayor endemismo en papiliónidos.

Los valores bajos encontrados en el índice ABR destacan el carácter restringido de las especies de piéridos o papiliónidos, las estrechas preferencias ecológicas de las mariposas, así como sus respuestas a la perturbación del hábitat. Estas características las convierten en organismos ideales para estudios sobre la

alteración del hábitat y el monitoreo de cambios ambientales como Tyler *et al.*, (1994) lo han mostrado, y ofrecen un material adecuado para el análisis de patrones biogeográficos, especialmente en la región Neotropical (Whitmore y Prance, 1987); a la vez, realzan la importancia del uso de las mariposas como indicadores en estudios de conservación (Kremen, 1994; Becher, 1998; Linell *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Fleishman *et al.*, 2003). No es de extrañar que aunque algunas mariposas están adaptadas a vivir en ambientes perturbados, muchas especies endémicas y raras están en peligro de desaparecer, por lo que se encuentran en la lista de especies amenazadas o en peligro de extinción 40 especies de las 143 de papiliónidos del nuevo mundo debido a la pérdida del hábitat, degradación de agua y aire y por sobreexplotación comercial (Sedenko, 1991; Tyler *et al.*, 1994).

A pesar de las ventajas de aplicar el índice ABR, la comparación entre las localidades debe restringirse debido a que el muestreo entre localidades y dentro de localidades no fue al azar, es decir, los diferentes puntos de la República no tuvieron la misma posibilidad de ser elegidas ni la muestra por localidad ha tenido muestreos homogéneos. Esto introduce un sesgo en la comparación entre localidades, lo cual no se estudia aquí. Se utilizó el conjunto de datos que tienen cada localidad, ya sea uno solo o más, considerando que representa un orden de frecuencias en el que una especie que fue recolectada en un momento dado tuvo la misma oportunidad de aparecer y ser recolectada, independientemente de que no se hayan realizado más recolectas. Además, las variables utilizadas principalmente provienen de los registros de etiqueta de recolecta y no de los mapas que pudieran estar desfasados por efecto de la escala. Entonces son estas variables las que han dado a cada especie el valor mayor o menor de probabilidad de encontrarse según la mayor o menor frecuencia de las variables registradas; por lo tanto, el análisis de frecuencias es válido desde el punto de vista estadístico. Un reflejo de esto es que las localidades con un solo registro tienen especies de amplia distribución. De hecho, con los datos obtenidos podemos predecir que la probabilidad de encontrarse una mariposa de estas dos familias en cualquier punto no conocido del país caería en aquellos papiliónidos y piéridos que tengan los valores más altos del índice, especialmente en piéridos, que tienen valores ABR más altos que los papiliónidos.

Se distinguen al menos siete patrones generales de distribución: especies de amplia distribución (en todo el territorio), especies de amplia distribución en el Neotrópico, especies con distribución restringida al Neotrópico, especies con distribución istmica amplia (Ver, Chis, Oax y Gro), istmica restringida (Chiapas y Veracruz), especies distribuidas en el norte de Baja California (que son las especies neárticas más sureñas), y especies distribuidas en el Eje Neovolcánico.

Podemos concluir que contamos con suficientes datos para hacer inferencias generales sobre la distribución de papiliónidos y piéridos, ya que se ha alcanzado un grado de conocimiento del 95% de las especies de papiliónidos y piéridos de México (Llorente y Luis-Martínez, 1993). Sin embargo, se debe considerar que un país con una variedad tan grande de tipos de vegetación, altitud y climas, en cualquier

momento puede sorprendernos, por lo que es preciso incrementar los esfuerzos para mejorar su conocimiento en especial en áreas aisladas (Luis-Martínez *et al.*, 2003). El contenido específico de los cuadrantes desconocidos, ya sea del norte del país para el cual la ignorancia es enorme, o de sectores no estudiados del sur y centro (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000) podrá ser predicho con el índice propuesto. Será interesante examinar esto con estudios de campo de faunística predictiva (Escalante *et al.*, 2000).

El incremento de información en el futuro puede tomarse en cuenta para la predicción, aumentando el acervo de datos, y al mismo tiempo puede poner a prueba la precisión del cálculo de las probabilidades. Este índice expresa la distribución de las especies de papiliónidos y piéridos a través de frecuencias relativas y puede utilizarse para evaluar a cada especie desde el punto de vista biogeográfico y para predecir la presencia de cualquiera de las especies mexicanas. La comparación de los datos aplicando el índice ABR refleja la capacidad predictiva alta, especialmente al usar frecuencias de individuos, franjas latitudinal y longitudinal, coordenadas geográficas y tipos de vegetación. En cambio, el uso de la frecuencia de localidades y mes de recolecta son poco informativas y tienden a sesgar los resultados. Esto resalta lo encontrado por Soberón *et al.*, 2000, quienes encuentran un sesgo notorio en el patrón de registros y especies por localidad, en donde más del 50% cuentan con menos de tres registros y más del 80% tienen menos de seis especies registradas.

CONCLUSIONES

El índice de amplitud biogeográfica propuesto en este trabajo (ABR) se correlaciona con las áreas de distribución para las especies de papiliónidos y piéridos, por lo que se propone su uso en faunística predictiva cuando se cuenta con bases de datos de muchos miles de registros en áreas muy grandes, siendo los muestreos heterogéneos en espacio y tiempo.

Las especies de distribución amplia se correlacionan con un valor ABR alto, mientras que aquellas de distribución restringida tienen valores ABR progresivamente bajos. La descripción del análisis de frecuencia de individuos, franjas latitudinal y longitudinal, cuadrante geográfico y tipos de vegetación para papiliónidos y piéridos es congruente entre la base de datos cuyo origen son las colecciones y la base originada de la revisión de la literatura.

El uso del índice ABR está limitado, ya que reflejará probabilidades generales, requiriendo tomar en cuenta las preferencias ecogeográficas de las especies y las barreras potenciales, además de la cercanía del lugar bajo predicción con los cuadrantes de registro. Contamos con el conocimiento necesario sobre las especies de papiliónidos y piéridos de muchos de los tipos de vegetación para poder predecir el tipo de comunidades que habitan regiones a escala gruesa.

La aplicación del índice ABR es posible cuando se cuenta con inventarios pobres con muestreos heterogéneos y para identificar amplitud biogeográfica de grupos o de especies particulares. Este índice

presenta la ventaja de ser sensible a la distancia de los puntos de recolecta, no presupone compatibilidad del hábitat, evitando así sesgos en las predicciones, y además incrementa su precisión al incrementar el conocimiento de la zona. Otra ventaja del uso de ABR será el identificar especies poco conocidas y con ello sitios en donde es urgente realizar investigación. La principal desventaja encontrada es que el poder predictivo del índice es sensible a la escala y no es aplicable considerando la frecuencia de localidades ni al comparar especies muy estudiadas con las casi desconocidas. El uso de ABR será de gran importancia para predecir la presencia de especies en todo el país basados principalmente en los tipos de vegetación y la ubicación geográfica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los miembros del Comité tutorial, Cristina Cramer Hemkes, Juan José Morrone Lupi y Jorge Soberón Mainero, quienes inspiraron el desarrollo de esta propuesta. También agradecemos el apoyo de Aquiles Bernal y Minerva García, la orientación de Jorge Moreno, la colaboración de Armando Luis Martínez, Isabel Vargas Fernández, Ma. Del Carmen Donovarro y Raúl Jiménez Rosenberg, así como las correcciones de Jorge Meave del Castillo, Adolfo Navarro Sigüenza, Ella Vázquez y Pedro Miramontes.

REFERENCIAS

- Agenda 21. 1994. *The Earth Summit Strategy to Save our Planet*. D. Sitarz (ed.) Earth Press Resources for a Better World. Boulder, Colorado.
- Becher, A. 1998. *Biodiversity-crisis*. Contemporary World Issues. ABC-CLIO, Berkeley, California.
- CONABIO, 1997. *La Diversidad Biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Dennis, R. y P. Hardy. 2001. Loss rates of butterfly species with urban development. A test of atlas data and sampling artefacts at a fine scale. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1831-1837.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M. P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. *Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe*. Banco Mundial, Washington, D. C.
- Dirzo, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos? En: Soberón, J. (comp.) *Ecología y Conservación en México*. *Ciencias*, número especial 4; 48-55.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) p. 43-55. CONABIO, México, D.F.
- Escalante, T., J.E. Llorente B., D. Espinosa y J. Soberón. 2000. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 24: 325-341.
- Espadas M. C., R. Durán y J. Argáez. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions*, 9: 313-330.
- Ferrier, S., G. Watson, J. Pearce, y M. Drielsma. 2002. Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeast New South Wales. I. Species-level modelling. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2275-2307.
- Fleishman, E. R. MacNally, y J. Fay. 2003. Validation tests of predictive models of butterfly occurrence based on environmental variables. *Conservation Biology*, 17: 806-817.

- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Uso del Suelo*. CONABIO-UNAM, México, D.F.
- Gómez-Pompa, A. 1992. La conservación de la biodiversidad tropical: obligaciones y responsabilidades. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 259-267. CONABIO, México, D.F.
- Harcourt, C. y J. Sayer (eds). 1996. *The Conservation Atlas of Tropical Forests. The Americas*. Simon & Schuster, IUCN, CIFOR, WCMC, BP. Nueva York.
- Henning, S. J., C. Nowicki, L. Rios, W. Barthlott y P. L. Ibsch. 2003. Extrapolating species ranges and biodiversity in data-poor countries: the computerized model BIOM. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*, 4: 171-190.
- Horta, J. y J.M. Lobo. 2002. Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16: 405-432.
- Kerr, J.J., Sugar, A. y Packer, L. 2000. Indicator taxa, rapid biodiversity assessment and nestedness and endangered ecosystem. *Conservation Biology*, 14: 1726-1734.
- Kier, G. y W. Barthlott. 2001. Measuring and mapping global endemism and species richness: a new methodological approach and its application on the flora of Africa. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1513-1529.
- Kremen, C. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications*, 4: 407-422.
- Lehmann, A., J. McC. Overton y M.P. Austin. 2002. Regression models for spatial prediction: their role for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2085-2092.
- Lenton, S., J. Fa y J. Pérez del Val, 2000. A simple non-parametric GIS model for predicting species distribution: endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodiversity and Conservation*, 9: 869-885.
- Linell, J., J.E. Swenson y R. Andersen. 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators or keystones? *Biodiversity and Conservation*, 9: 857-866.
- Llorente B., J. y A. Luis-Martínez. 1993. Conservation-oriented analysis of Mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). En *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distributions*. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) p.147-177. Oxford University Press, Oxford.
- Llorente B., J., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez e I. Vargas F. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Luis-Martínez, A., J. Llorente B., I. Vargas-Fernández y A.D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings of Entomological Society of Washington*, 105: 209-224.
- Mac Nally, R. 2000. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between –an reconciliation of –‘predictive’ and ‘explanatory’ models. *Biodiversity and Conservation*, 9: 655-671.
- Mac Nally, R. 2002. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1397-1401.
- Martín-Piera, F. y J. M. Lobo. 2003. Database records as a sampling-effort surrogate to predict spatial distribution of insects in either poorly or unevenly surveyed areas. *Acta Entomológica Ibérica e Macaronésica*, 1:23-35.
- Michán, L. y J. Llorente B.. 2002. Hacia una historia de la entomología en México. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su Conocimiento*. Volumen III. Llorente B., J. y J.J. Morrone (eds.) p. 3-52. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Michán, L., J. Llorente B., A. Luis y D.J. Castro. 2004. Breve historia de la taxonomía de Lepidoptera en México durante el S. XX. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su Conocimiento*. Volumen IV. Llorente B., J., J.J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez e I. Vargas (eds.) CONABIO-UNAM. México, D.F.

- Mittermeier, R. y C. Goettsch de Mittermeier. 1992. Importancia de la diversidad biológica de México. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 43-55. CONABIO, México, D.F.
- Müller, R., C. Nowicki, W. Barthlott y P. Ibsch. 2003. Biodiversity and endemism mapping as a tool for regional conservation planning –case study of the Pleurothallidinae (Orchidaceae) of the Andean rain forest in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, 12: 2005-2024.
- Myers, N. W., Mittermeier, R. A. Mittermeier, C.G. da Fonseca Gab y Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- National Science Board. 1989. *Loss of Biological Diversity: a Global Crisis Requiring International Solutions*. National Science Board, Washington, D.C.
- Navarro, A. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. En: Flores, O. y A. Navarro (comp.) *Biología y problemática de los vertebrados en México*. *Ciencias*, Núm. Esp.: 7, p 45-54.
- Navarro, A., A. T. Peterson y A. Gordillo. 2003a. Museums working together; the atlas of the birds of México. *Bulletin B.O.C.* 123A: 207-224.
- Navarro, A., A.T. Peterson, Y. Nakazawa e I. Liebig-Fossas. 2003b. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. En: *Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Morrone J y J. Llorente B. (eds) pp. 115-122. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Ojeda, R. A., J. Stadler y R. Brandl. 2003. Diversity of mammals in the tropical-temperate neotropics: hotspots on a regional scale. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1431-1444.
- Oñate-Ocaña, L. y P. Alonso, En prep. Identificación rápida de variables causales en la distribución de mariposas a través de regresión múltiple.
- Oñate-Ocaña, L. y J.E. Llorente B.. En prep. El uso de bases de datos curatoriales en la reconstrucción de la historia del conocimiento de la biodiversidad: un ejemplo con papilionidos y píeridos mexicanos.
- Oñate-Ocaña, L., J.J. Morrone y J.E. Llorente B.. 2000. Una evaluación del conocimiento de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Acta Zoologica Mexicana*, Nueva Serie, 81: 117-132.
- Petersen, F. T. y R. Meier. 2003. Testing species-richness estimation methods on single-sample collection data using the Danish diptera. *Biodiversity and Conservation*, 12: 667-686.
- Petersen, F., Meier, R. y Larsen. 2003. Testing species richness estimation methods using museum label data on the Danish Asilidae. *Biodiversity and Conservation*, 12: 687-701.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor*, 103: 599-605.
- Peterson, A. T. y D.A. Kluza. 2003. New distributional modelling approaches for GAP analysis. *Animal Conservation*, 6: 47-54.
- Peterson, A. T., A. Navarro y H. Benítez. 1998. The need for continued scientific collecting; a geographic análisis of Mexican birds specimens. *IBIS*, 140: 288-294.
- Peterson, A. T. y R. Robins. 2003. Using ecological-niche modeling to predict barred owl invasions with implications for spotted owl conservation. *Conservation Biology*, 17: 1161-1165.
- Phillips, J. 1980. *La Lógica del Pensamiento Estadístico. Un Enfoque Estructural*. Editorial El Manual Moderno, S. A. México, D.F.
- Pimm, S. L. y Raven, P. H. 2000. Extinction by the numbers. *Nature*, 403: 843-845.
- Ramamoorthy, T., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Eds). 1993. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press. NuevaYork.
- Ray, N., A. Lehmann y P. Joly. 2002. Modeling spatial distribution of amphibian populations: a GIS approach based on habitat matrix permeability. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2143-2165.
- Rojas-Soto, O., O. Alcántara-Ayala y A. Navarro. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, México: a parsimony analysis of endemism and distributional modelling approach. *Journal of Biogeography*, 30: 449-461.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

- Rzedowski, J. 1992. Diversidad del universo vegetal de México: perspectivas de un conocimiento sólido. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 251-257. CONABIO, México, D.F.
- Sarakinos, H., A. O. Nicholls, A. Tubert, A. Aggarwal, C. R. Margules y S. Sarkar. 2001. Area prioritization for biodiversity conservation in Québec on the basis of species distributions: a preliminary analysis. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1419-1472.
- Sedenko, J. 1991. *The Butterfly Garden*. Villard Books. Nueva York.
- Siqueira, M. F. y A.T. Peterson. 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. *Biota Neotropica*, 3: 1-14.
- Soberón, J., J. Llorente B. y L. Oñate-Ocaña. 2000. The use of specimen labels databases for conservation purposes: an example using mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1441-1466.
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias*, 34: 43-57
- Tyler, H., K. S. Brown y K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological Diversity, Biosistematics and Conservation*. Scientific Publishers. Gainesville, Florida.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 1996. *Convenio sobre diversidad biológica*. Textos y Anexos. UICN. Gland, Suiza.
- Van Lien, V. y D. Yuan. 2003. The differences of butterfly (Lepidoptera, Papilionoidea) communities in habitats with various degrees of disturbance and altitudes in tropical forests of Vietnam. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1099-1111.
- Whitmore, T. C. y G.T. Prance. 1987. *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Oxford Monographs on Biogeography 3. Clarendon Press. Oxford.
- Williams, F. 1982. *Razonamiento Estadístico*. Ed. Interamericana, México, D.F.

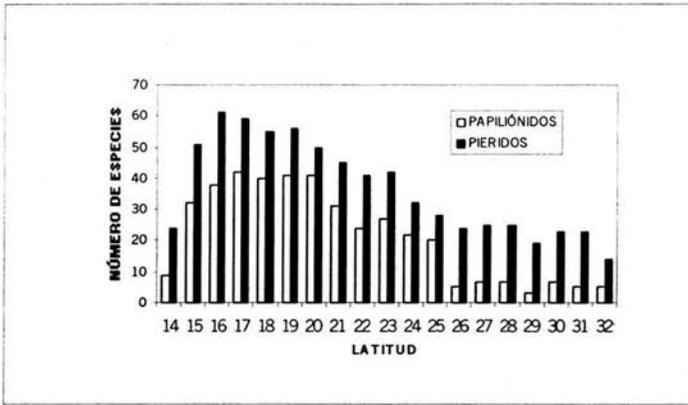


FIGURA 1. Distribución latitudinal de papiliónidos y piéridos

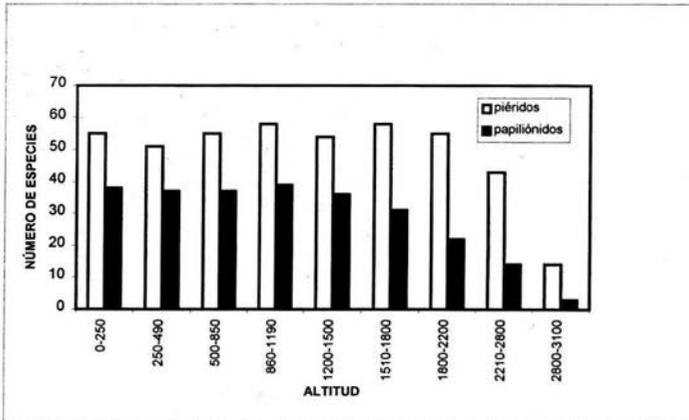


FIGURA 2. Distribución altitudinal de papiliónidos y piéridos

CUADRO 1: Clasificación de la vegetación original registrada con el tipo de vegetación de Rzedowski (1978)

TIPO DE VEGETACIÓN	SINÓNIMOS REGISTRADOS EN LA BASE
Bosque de coníferas	B Abeto, BA, BABeto, BABies, BP- <i>Abies</i> , Bosque Pino <i>Abies</i> , Bosque Pino <i>Abies</i> perturbado, Babies-riparia, Bbies ruderal, B <i>Juniperus</i> , Bosque de Pino, Bosque Pino perturbado, BP, Bpino perturbado, BP-veg riparia
Bosque de coníferas y <i>Quercus</i>	Babeto-Encino, Babies-Encino, Babies- <i>Quercus</i> , Bosque de <i>Quercus</i> -Pino, Bosque Encino-Bosque Pino, Bosque Pino Encino, Bosque Pino Encino ripario, Bosque Pino-Bosque <i>Quercus</i> , Bosque Pino-Encino, Bosque <i>Quercus</i> -Bosque <i>Juniperus</i> , Bosque <i>Quercus</i> -Bosque Pino, Bosque <i>Quercus</i> -Pinos, BPE, Bpino-Abeto, veg riparia de BPE y veg riparia-BPE
Bosque de galería	Bgalería, Bgalería-Cañada, Bosque Galería
Bosque de <i>Quercus</i>	Asociación <i>Quercus</i> rugosa, BE, Bencino, Bosque de <i>Quercus</i> , Bosque de <i>Quercus</i> -Pastizal, Bosque Encino, Bosque <i>Quercus</i> , Encinar Caducifolio, Matorral xerófilo-Bosque <i>Quercus</i> , <i>Quercus</i> rugosa-madroño
Bosque mesófilo de montaña	B.Mesófilo-cafetales, BMM, BMM (secundario), BMM-cafetales, BMM-cañada, BMM-pastizal, BMM-riparia, BMM-sotobosque, Bosque Mesófilo, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mesófilo de montaña ripario, Bosque mesófilo de montaña cañada, Bosque mesófilo de montaña-pastizal, Bosque Mesófilo ripario, Bosque Mesófilo-Cafetales, B.Lauráceas, y Bosque Mesófilo-Pastizal
Bosque mesófilo de montaña-bosque de coníferas	BMM-BP, Bosque mesófilo de montaña-Bosque Coníferas, Bosque mesófilo de montaña-Bosque de <i>Abies</i> y Bosque Mesófilo-Bosque Pino
Bosque mesófilo de montaña-bosque de coníferas y <i>Quercus</i>	Bosque Mesófilo-Bosque Pino Encino, Bosque Pino Encino-Bosque Mesófilo, BPE-BMM
Bosque mesófilo de montaña-bosque de <i>Quercus</i>	BMM-BE, Bosque Encino-Bosque Mesófilo, Bosque Mesófilo-Bosque Encino
Bosque mesófilo de montaña-Bosque tropical caducifolio	Bosque Tropical Caducifolio-Bosque Mesófilo, Bmesófilo-S.Mediana, BMM-BT, BMM-SM, Bosque Mesófilo-Selva Mediana, Bosque Tropical Perennifolio-Bosque Mesófilo, Bosque Tropical-Bosque Mesófilo, BTS-BMM, SM-BMM
Bosque mesófilo de montaña-Bosque tropical perennifolio	B.Mesófilo-S.Alta, B. Mesófilo-S Alta Pere, BMM-SAP, Bosque mesófilo de montaña-Bosque Tropical P, Bosque Mesófilo-Bosque Tropical, Bosque Mesófilo-Selva Alta Perennifolia, SA-BMM, SAP-BMM, Selva Alta Perennifolia-Bosque Mesófilo
Bosque mesófilo de montaña-Bosque tropical subcaducifolio	BMM-BTSC, Bosque Mesófilo-Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio-Bosque Mesófilo
Bosque tropical caducifolio	Bosque Caducifolio, Bosque Tropical cad. Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical subcaducifolio-Caducifolio, BTDeciduo, Cubateras, Decid. Forest, Decid Forest thickets in, SBC, Selva Baja, Selva Baja Caducifolia, Selva Baja Caducifolia riparia
Bosque tropical perennifolio	Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Tropical Subperennifolio, Bosque Tropical Perennifolio-Bosque Tropical, Hortalizas tropicales-SAP, SA, SAP, SAP y hortalizas, SAP pastura ganadería hortalizas, SASP, Selva Alta, Selva Alta Perennifolia, Selva Alta Perennifolia perturbada, Selva Alta riparia, Selva Mediana perennifolia, Selva Tropical, SM, SMS, SMSP, Trop. Forest thick
Bosque tropical subcaducifolio	Bosque Tropical Subcaducifolio, BTS, Selva Mediana Subcaducifolia
Bosque tropical subcaducifolio-cafetales	BTSC- cafetales
cultivos	área cultivada, hortalizas, Roadside Scrub cultivate, Ruderal, huerta de aguacate, ruderal, veg. Ruderal huerta aguacate
manglar	Cocoteros y manglar, manglar
matorral xerófilo	arroyo de matorral espinoso, Brip-mator.espinoso, dense Scrub, dense Scrub, Dense Scrub/March, Gras scrub/Sav, matorral, matorral espinoso, matorral espinoso ripario, matorral herbáceo/Palmar/pastizal, Matorral xerófilo, Matorral xerófilo/palmar, Matorral xerófilo/palmar/pastizal, Matorral-xerófila, ripario
pastizal	pastizal o sabana, savanna

CUADRO 2
Índice de amplitud biogeográfica para papiliónidos

ESPECIE	ABRCOLECCIONES	ABRLITERATURA
<i>Battus philenor</i>	0.476	0.482
<i>Papilio polyxenes</i>	0.458	0.494
<i>Heraclides crespontes</i>	0.426	0.465
<i>Heraclides thoas</i>	0.393	0.397
<i>Parides montezuma</i>	0.367	0.395
<i>Pterourus multicaudatus</i>	0.363	0.392
<i>Battus polydamas</i>	0.361	0.423
<i>Priamides pharnaces</i>	0.356	0.338
<i>Parides photinus</i>	0.352	0.368
<i>Pterourus pilumnus</i>	0.335	0.301
<i>Parides enthalion</i>	0.334	0.336
<i>Protographium philolaus</i>	0.324	0.369
<i>Protographium epidaus</i>	0.324	0.351
<i>Mimoides thymbraeus</i>	0.319	0.325
<i>Pyrrhosticta victorinus</i>	0.300	0.351
<i>Priamides anchisiades</i>	0.299	0.331
<i>Battus laodamas</i>	0.288	0.265
<i>Pyrrhosticta garamas</i>	0.276	0.267
<i>Calaides astyalus</i>	0.275	0.275
<i>Pyrrhosticta abderus</i>	0.266	0.270
<i>Mimoides phaon</i>	0.262	0.256
<i>Calaides androgeus</i>	0.262	0.281
<i>Mimoides ilus</i>	0.257	0.265
<i>Priamides erostratus</i>	0.255	0.263
<i>Parides eurymedes</i>	0.250	0.217
<i>Protographium agesilaus</i>	0.246	0.215
<i>Calaides omythion</i>	0.239	0.234
<i>Protesilaus macrosilaus</i>	0.239	0.190
<i>Parides panares</i>	0.196	0.164
<i>Parides sesostris</i>	0.194	0.149
<i>Protographium thyastes</i>	0.187	0.169
<i>Parides iphidamas</i>	0.184	0.230
<i>Protographium calliste</i>	0.178	0.167
<i>Trollides torquatus</i>	0.170	0.182
<i>Battus eracon</i>	0.161	0.140
<i>Baronia brevicornis</i>	0.154	0.151
<i>Battus ingenuus</i>	0.147	0.127
<i>Parides alopis</i>	0.144	0.210
<i>Battus lycidas</i>	0.137	0.101
<i>Pterourus glaucus</i>	0.116	0.138
<i>Pterourus palamedes</i>	0.113	0.079
<i>Protographium dioxippus</i>	0.111	0.061
<i>Pterourus eurymedon</i>	0.095	0.040
<i>Priamides rogeri</i>	0.092	0.042
<i>Eurytides salvini</i>	0.086	0.072
<i>Pterourus rutilus</i>	0.075	0.033
<i>Papilio zelicaon</i>	0.053	0.030
<i>Pterourus esperanza</i>	0.037	0.048
<i>Papilio indra</i>	0.037	0.042
<i>Papilio machaon</i>	0.000	0.033
<i>Parides childrenae</i>	0.000	0.030
<i>Protographium marcellus</i>	0.000	0.030

CUADRO 3. Índice de amplitud biogeográfica para piéridos

ESPECIE	ABRCOLECCIONES	ABRLITERATURA
<i>Zerene cesonia</i>	0.567	0.472
<i>Phoebis sennae</i>	0.539	0.503
<i>Nathalis iole</i>	0.530	0.449
<i>Abaeis nicippe</i>	0.527	0.467
<i>Eurema daira</i>	0.523	0.425
<i>Eurema mexicana</i>	0.518	0.426
<i>Pyrsitia proterpia</i>	0.515	0.462
<i>Pyrsitia nise</i>	0.514	0.371
<i>Phoebis aganthe</i>	0.490	0.374
<i>Pontia protodice</i>	0.481	0.411
<i>Ascia monuste</i>	0.477	0.461
<i>Anteos clorinde</i>	0.469	0.399
<i>Eurema boisduvaliana</i>	0.463	0.388
<i>Colias eurytheme</i>	0.457	0.344
<i>Anteos maerula</i>	0.451	0.406
<i>Phoebis philea</i>	0.439	0.374
<i>Kricogonia lyside</i>	0.431	0.305
<i>Pyrsitia dina</i>	0.425	0.295
<i>Phoebis argante</i>	0.404	0.317
<i>Leptophobia aripa</i>	0.393	0.351
<i>Glutophrissa drusilla</i>	0.389	0.364
<i>Ganyra josephina</i>	0.389	0.291
<i>Pyrsitia lisa</i>	0.389	0.321
<i>Eurema sakome</i>	0.381	0.329
<i>Aphrissa statira</i>	0.371	0.276
<i>Catasticta nimbice</i>	0.365	0.348
<i>Phoebis neocypnis</i>	0.357	0.315
<i>Eurema albula</i>	0.332	0.239
<i>Ptenballia viardi</i>	0.329	0.269
<i>Hesperocharis costaricensis</i>	0.318	0.238
<i>Melete lycimnia</i>	0.312	0.245
<i>Dismorphia amphiona</i>	0.303	0.242
<i>Pereute charops</i>	0.296	0.229
<i>Catasticta flisa</i>	0.293	0.228
<i>Enantia mazai</i>	0.292	0.229
<i>Rhabdodryas trite</i>	0.289	0.222
<i>Catasticta teutila</i>	0.288	0.247
<i>Enantia albania</i>	0.263	0.154
<i>Leinix nemesis</i>	0.254	0.213
<i>Hesperocharis graphites</i>	0.247	0.152
<i>Pieris rapae</i>	0.237	0.253
<i>Itaballia demophile</i>	0.236	0.188
<i>Enantia jethys</i>	0.230	0.163
<i>Ganyra howarthi</i>	0.222	0.193
<i>Dismorphia theuchania</i>	0.197	0.119
<i>Hesperocharis crocea</i>	0.190	0.090
<i>Archonias brassolis</i>	0.179	0.108
<i>Eurema xanthochlora</i>	0.175	0.064
<i>Dismorphia crisia</i>	0.167	0.111
<i>Colias alexandra</i>	0.153	0.030
<i>Catasticta ochracea</i>	0.151	0.049
<i>Charonias theano</i>	0.151	0.074
<i>Itaballia pandosia</i>	0.149	0.092
<i>Euheira socialis</i>	0.148	0.163
<i>Anthocharis sara</i>	0.142	0.079
<i>Dismorphia eunoe</i>	0.139	0.152
<i>Enantia lina</i>	0.137	0.109
<i>Colias philodice</i>	0.120	0.072
<i>Ganyra phaloe</i>	0.116	0.094
<i>Pontia beckeri</i>	0.100	0.106
<i>Neophasia terlocii</i>	0.097	0.090
<i>Anthocharis cethura</i>	0.095	0.094
<i>Paramidea limonea</i>	0.093	0.085
<i>Catasticta flisella</i>	0.091	0.000
<i>Prestonia clarki</i>	0.073	0.053
<i>Paramidea lanceolata</i>	0.070	0.042
<i>Catasticta sp1.</i>	0.069	0.000
<i>Euchloe hyantis</i>	0.065	0.075
<i>Pontia sisymbri</i>	0.064	0.062
<i>Eurema agave</i>	0.063	0.062
<i>Perrhybris pamela</i>	0.060	0.092
<i>Zerene eurydice</i>	0.060	0.030
<i>Leinix neblina</i>	0.055	0.062
<i>Leinix lala</i>	0.028	0.073
<i>Melete polythymia</i>	0.028	0.084
<i>Euchloe guaymasensis</i>	0.000	0.030
<i>Aphrissa boisduvali</i>	0.000	0.030

Cuadro 4
Parámetros evaluados para los índices de amplitud biogeográfica de colecciones y literatura

intervalo	PAPILIÓNIDOS		PIÉRIDOS	
	ABRColecciones	ABRLiteratura	ABRColecciones	ABRLiteratura
.5-.59	NE	NE	8	1
.4-.49	3	4	11	9
.3-.39	12	12	13	14
.2-.29	13	13	12	15
.1-.19	14	11	15	12
.01-.09	7	12	16	25
0	3	0	3	2
MEDIA	0.223	0.223	0.262	0.211
MODA	.1-.19	.2-.29	.01-.09	.01-.09
MEDIANA	0.250	0.234	0.263	0.222
DSTD	0.873	0.958	0.164	0.142
VARIANZA	0.762	0.917	0.027	0.020
ji	0.00096		0.005	
t	1.000074		0.019	
p	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

NE= NO EXISTE

Apéndice. Especies registradas en cada tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Especies encontradas
Bosque de Coníferas	<i>Parides photinus photinus</i> , <i>P. montezuma montezuma</i> , <i>P. erithalion trichopus</i> , <i>Protesilaus macrosilaus penthesilaus</i> , <i>Priamides erostratus vazquezae</i> , <i>P. anchisiades idaeus</i> , <i>Pterourus pilumnus</i> , <i>P. multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. abderus baroni</i> , <i>P. abderus electryon</i> , <i>P. victorinus victorinus</i> , <i>Enantia jethys</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>Phoebis argante argante</i> , <i>P. neocypris virgo</i> , <i>P. philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia proterpia proterpia</i> , <i>Eurema boisduvaliana</i> , <i>E. दौरा</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasión</i> , <i>Neophasia terlooii</i> , <i>Archonias brassolis aproximata</i> , <i>Catasticta spl.</i> , <i>C. nimbice nimbice</i> , <i>C. teutila teutila</i> , <i>C. teutila flavifaciata</i> , <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i>
Bosque de Coníferas y Quercus	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>Parides alopius</i> , <i>P. photinus photinus</i> ; <i>Mimoides thymbraeus aconophos</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> ; <i>Pterourus pilumnus</i> ; <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> ; <i>Dismorphia amphiona isolda</i> , <i>Colias eurytheme</i> ; <i>C. philodice guatemalena</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> ; <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis neocypris virgo</i> , <i>P. philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. lisa centralis</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema boisduvaliana</i> , <i>E. दौरा</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasión</i> , <i>H. graphites avivolans</i> , <i>Neophasia terlooii</i> , <i>Catasticta spl.</i> ; <i>C. nimbice nimbice</i> , <i>C. teutila</i> , <i>Pereute charops</i> , <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> , <i>Ganyra josephina josepha</i> .
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>B. polydamas polydamas</i> , <i>B. laodamas</i> , <i>Parides photinus photinus</i> , <i>P. montezuma montezuma</i> , <i>P. eurymedes mylotes</i> , <i>P. sesostris zestos</i> , <i>P. panares panares</i> , <i>P. erithalion</i> , <i>P. iphidamas iphidamas</i> , <i>Protographium epidaus</i> , <i>P. philolaus philolaus</i> , <i>P. agesilaus</i> , <i>P. calliste calliste</i> , <i>P. thyastes</i> , <i>Mimoides thymbraeus thymbraeus</i> , <i>M. ilus branchus</i> , <i>M. phaon phaon</i> , <i>Priamides pharnaces</i> , <i>P. erostratus</i> , <i>P. anchisiades idaeus</i> , <i>Troilides torquatus tolus</i> , <i>Calaides ornythion ornythion</i> , <i>C. astyalus pallas</i> , <i>C. androgeus epidaurus</i> , <i>Heraclides thoas autocles</i> , <i>H. crespontes</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> , <i>Pterourus esperanza</i> , <i>P. pilumnus</i> , <i>P. multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. abderus</i> , <i>P. victorinus</i> , <i>Enantia albania albania</i> , <i>E. jethys</i> , <i>E. mazai</i> , <i>Lieinix lala turrenti</i> , <i>L. neblina</i> , <i>L. nemesis</i> , <i>Dismorphia amphiona</i> , <i>D. crisia</i> , <i>D. eunoe eunoe</i> ; <i>D. theucharila fortunata</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>C. philodice guatemalena</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> ; <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis agarithe agarithe</i> , <i>P. argante argante</i> , <i>P. neocypris virgo</i> , <i>P. philea philea</i> ; <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Rhabdodryas trite trite</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. lisa centralis</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema albula celata</i> , <i>E. boisduvaliana</i> , <i>E. दौरा</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>E. xantochlora xantochlora</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Kricogonia lyside</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasión</i> , <i>H. crocea</i> , <i>H. graphites</i> , <i>Archonias brassolis aproximata</i> , <i>Catasticta flisa</i> , <i>C. flisella</i> , <i>C. nimbice nimbice</i> , <i>C. ochracea ochracea</i> ; <i>C. teutila</i> , <i>Pereute charops</i> , <i>Melete lycimnia</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> , <i>Pieris rapae rapae</i> ; <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> , <i>Itaballia demophile centralis</i> , <i>Pieriballia viardi</i> , <i>Ascia monuste monuste</i> , <i>Ganyra josephina josepha</i> , <i>G. phaloe tiburtia</i> .

Tipo de vegetación	
Bosque Tropical Caducifolio	<p><i>Baronia brevicornis brevicornis</i>, <i>B. brevicornis rufodiscalis</i>, <i>Battus philenor philenor</i>, <i>B. polydamas polydamas</i>, <i>B. laodamas iopas</i>, <i>B. eracon</i>, <i>B. ingenuus</i>, <i>Parides alopheus</i>, <i>P. photinus photinus</i>, <i>P. montezuma montezuma</i>, <i>P. erithalion polyzelus</i>, <i>P. erithalion trichopus</i>, <i>P. iphidamas iphidamas</i>, <i>Protographium epidaus tepicus</i>, <i>P. epidaus tepicus</i>, <i>P. epidaus tepicus</i>, <i>P. epidaus tepicus</i>, <i>P. epidaus fenochionis</i>, <i>P. epidaus epidaus</i>, <i>P. philolaus philolaus</i>, <i>Mimoides thymbraeus thymbraeus</i>, <i>M. thymbraeus aconophos</i>, <i>M. ilus occiduus</i>, <i>M. phaon phaon</i>, <i>Priamides pharnaces</i>, <i>P. anchisiades idaeus</i>, <i>Calaides ornythion ornythion</i>, <i>C. androgeus epidaurus</i>, <i>Heraclides thoas autocles</i>, <i>H. cresphontes</i>, <i>Papilio polyxenes asterius</i>, <i>Pterourus pilumnus</i>, <i>P. multicaudatus</i>, <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i>, <i>P. victorinus victorinus</i>, <i>P. victorinus morelius</i>; <i>Enantia mazai diazi</i>, <i>Lieinix nemesis atthis</i>, <i>Dismorphia amphiona lupita</i>, <i>Colias eurytheme</i>, <i>Zerene cesonia cesonia</i>, <i>Anteos clorinde nivifera</i>, <i>A. maerula lacordairei</i>, <i>Phoebis agarithe agarithe</i>, <i>P. argante argante</i>; <i>P. neocypris virgo</i>, <i>P. philea philea</i>, <i>P. sennae marcellina</i>, <i>Prestonia clarki</i>, <i>Aphrissa statira jada</i>, <i>Abaeis nicippe</i>, <i>Pyrisitia dina westwoodi</i>, <i>P. lisa centralis</i>, <i>P. nise nelphe</i>, <i>P. proterpia proterpia</i>, <i>Eurema boisduvaliana</i>, <i>E. दौरा</i>, <i>E. mexicana mexicana</i>, <i>E. salome jamapa</i>, <i>Nathalis iole iole</i>, <i>Hesperocharis costaricensis pasion</i>, <i>Catasticta nimbece nimbece</i>, <i>Melete lycimnia isandra</i>, <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>, <i>Pieris rapae rapae</i>, <i>Pontia protodice</i>; <i>Leptophobia aripa elodia</i>, <i>Pieriballia viardi viardi</i>; <i>P. viardi laogore</i>, <i>Ascia monuste monuste</i>, <i>Ganyra howarthi kuschei</i>, <i>G. josephina josepha</i>.</p>
Bosque Tropical Perenifolio	<p><i>Battus philenor philenor</i>, <i>B. polydamas polydamas</i>, <i>B. laodamas copanae</i>, <i>B. ingenuus</i>, <i>B. lycidas</i>, <i>Parides photinus photinus</i>, <i>P. montezuma montezuma</i>, <i>P. eurymedes mylotes</i>, <i>P. sesostris zestos</i>, <i>P. panares panares</i>, <i>P. panares lycimenes</i>, <i>P. erithalion polyzelus</i>, <i>P. iphidamas iphidamas</i>, <i>Protographium epidaus epidaus</i>, <i>P. philolaus philolaus</i>, <i>P. agesilaus neosilaus</i>, <i>P. dioxippus lacandones</i>, <i>P. calliste calliste</i>, <i>P. thyastes marchandi</i>, <i>Eurytides salvini</i>, <i>Protesilaus macrosilaus penthesilaus</i>, <i>Mimoides thymbraeus thymbraeus</i>, <i>M. ilus branchus</i>, <i>M. phaon phaon</i>, <i>Priamides pharnaces</i>, <i>P. erostratus erostratus</i>, <i>P. anchisiades idaeus</i>, <i>Troilides torquatus tolus</i>, <i>Calaides ornythion ornythion</i>, <i>C. astyalus pallas</i>, <i>C. androgeus epidaurus</i>, <i>Heraclides thoas autocles</i>, <i>H. cresphontes</i>, <i>Papilio polyxenes asterius</i>, <i>Pterourus pilumnus</i>, <i>P. multicaudatus</i>, <i>Pyrrhosticta abderus abderus</i>, <i>P. victorinus victorinus</i>, <i>Enantia lina marion</i>, <i>E. albania albania</i>, <i>E. mazai mazai</i>, <i>E. mazai diazi</i>, <i>Lieinix nemesis atthis</i>, <i>Dismorphia amphiona lupita</i>, <i>D. amphiona praxinoe</i>, <i>D. crisia virgo</i>, <i>D. eunoe popoluca</i>, <i>D. theucharila fortunata</i>, <i>Colias eurytheme</i>, <i>C. philodice guatemalena</i>, <i>Zerene cesonia cesonia</i>, <i>Anteos clorinde nivifera</i>, <i>A. maerula lacordairei</i>, <i>Phoebis agarithe agarithe</i>, <i>P. argante argante</i>, <i>P. neocypris virgo</i>, <i>P. philea philea</i>, <i>P. sennae marcellina</i>, <i>Rhabdodryas trite trite</i>, <i>Aphrissa statira jada</i>, <i>Abaeis nicippe</i>, <i>Pyrisitia dina westwoodi</i>, <i>P. lisa centralis</i>, <i>P. nise nelphe</i>, <i>P. proterpia proterpia</i>, <i>Eurema albula celata</i>, <i>E. boisduvaliana</i>, <i>E. दौरा</i>, <i>E. mexicana mexicana</i>, <i>E. salome jamapa</i>, <i>E. xantochlora xantochlora</i>, <i>Nathalis iole iole</i>, <i>Kricogonia lyside</i>, <i>Hesperocharis costaricensis pasion</i>, <i>Archonias brassolis aproximata</i>, <i>Charonias theano nigrescens</i>, <i>Catasticta flisa flisa</i>, <i>C. flisa flisa</i>, <i>C. nimbice nimbice</i>; <i>C. ochracea ssp</i>; <i>Catasticta teutila teutila</i>, <i>C. teutila flavifaciata</i>, <i>Pereute charops charops</i>, <i>Melete lycimnia isandra</i>, <i>M. polyhymnia florinda</i>, <i>M. polyhymnia serrana</i>, <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i>, <i>Pontia protodice</i>, <i>Leptophobia aripa elodia</i>, <i>Itaballia demophile centralis</i>, <i>I. pandosia kicaha</i>, <i>Pieriballia viardi viardi</i>, <i>P. viardi laogore</i>, <i>Perrhybris pamela chajulensis</i>, <i>P. pamela mapa</i>, <i>Ascia monuste monuste</i>, <i>Ganyra josephina josepha</i>, <i>G.</i></p>

Tipo de vegetación	Especies encontradas
Bosque de Galería	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>Parides photinus photinus</i> , <i>P. montezuma montezuma</i> , <i>P. erithalion trichopus</i> , <i>Mimoides thymbraeus aconophos</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Phoebis philea philea</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema daira</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Catasticta nimbice nimbice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i>
Bosque de Quercus	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>B. polydamas polydamas</i> , <i>Parides erithalion trichopus</i> , <i>Protographium philolaus philolaus</i> ; <i>Mimoides thymbraeus thymbraeus</i> ; <i>Priamides pharnaces</i> , <i>Calaides ornythion ornythion</i> ; <i>Heraclides thoas autocles</i> , <i>H. cresphontes</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> , <i>Pterourus pilumnus</i> , <i>P. glaucus garcia</i> ; <i>P. multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. abderus abderus</i> ; <i>P. abderus baroni</i> , <i>Enantia mazai diazi</i> , <i>Lieinix nemesis nayaritensis</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Anteos clorinde nivifera</i> ; <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis agarithe agarithe</i> , <i>P. argante argante</i> , <i>P. neocypris virgo</i> ; <i>P. philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema boisduvaliana</i> , <i>E. daira</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Kricogonia lyside</i> , <i>Paramidea limonea</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasión</i> , <i>H. graphites avivolans</i> , <i>Euheira socialis socialis</i> , <i>Catasticta flisa flisa</i> , <i>C. nimbice nimbice</i> , <i>C. teutila teutila</i> , <i>C. teutila ssp1</i> . <i>Pereute charops leonilae</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> ; <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> , <i>Ascia monuste monuste</i> .
Bosque Espinoso	<i>Catasticta nimbice nimbice</i>
Bosque mesófilo de montaña-Bosque de Coníferas	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> , <i>Pterourus multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. abderus baroni</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis argante argante</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia proterpia proterpia</i> , <i>Eurema daira</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Hesperocharis graphites avivolans</i> , <i>Catasticta nimbice nimbice</i> , <i>C. teutila teutila</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> , <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> .
Bosque Mesófilo de Montaña-Bosque de Quercus	<i>Pterourus pilumnus</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Phoebis neocypris virgo</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Hesperocharis graphites avivolans</i> , <i>Catasticta flisa flisa</i> , <i>C. nimbice nimbice</i> , <i>C. teutila ssp1</i> .
Bosque Mesófilo de Montaña-bosque tropical caducifolio	<i>Pyrisitia proterpia proterpia</i> , <i>Eurema daira</i> , <i>E. salome jamapa</i>

Tipo de vegetación	Especies encontradas
Bosque Subcaducifolio Tropical	<i>Battus philenor philenor</i> , <i>B. polydamas polydamas</i> , <i>B. laodamas iopas</i> , <i>B. eracon</i> , <i>Parides alopius</i> , <i>P. photinus photinus</i> , <i>P. montezuma montezuma</i> , <i>P. erithalion trichopus</i> , <i>Protographium epidaus tepicus</i> , <i>P. epidaus fenochionis</i> , <i>P. philolaus philolaus</i> , <i>P. agesilaus fortis</i> , <i>P. thyastes occidentalis</i> , <i>Protesilaus macrosilaus penthesilaus</i> , <i>Mimoides thymbraeus aconophos</i> , <i>M. ilus occidius</i> , <i>Priamides pharnaces</i> , <i>P. erostratus vazquezae</i> , <i>P. anchisiades idaeus</i> , <i>Calades ornythion ornythion</i> , <i>C. astyalus bajaensis</i> , <i>Heraclides thoas autocles</i> , <i>H. cresphontes</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> , <i>Pterourus pilumnus</i> , <i>P. multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. victorinus morelius</i> , <i>Enantia mazai diazi</i> , <i>Lieinix nemesis nayaritensis</i> , <i>Dismorphia amphiona lupita</i> , <i>D. amphiona isolda</i> , <i>D. theucharila fortunata</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis agarithe agarithe</i> , <i>P. argante argante</i> , <i>P. neocypris virgo</i> , <i>P. philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Rhabdodryas trite trite</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema albula celata</i> , <i>E. boisduvaliana</i> , <i>E. दौरa</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasion</i> , <i>Catasticta flisa flisa</i> , <i>Melete lycimnia isandra</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> , <i>Itaballia demophile centralis</i> , <i>Pieriballia viardi laogore</i> , <i>Ascia monuste monuste</i> , <i>Ganyra josephina josepha</i> .
Bosque Subcaducifolio-cafetales Tropical	<i>Catasticta flisa flisa</i>
Cultivos	<i>Phoebis argante argante</i> , <i>Pyrisitia nise nelphe</i> , <i>Eurema दौरa</i> , <i>Pieris rapae rapae</i> , <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> .
Manglar	<i>Battus polydamas polydamas</i> , <i>B. laodamas iopas</i> , <i>Parides montezuma montezuma</i> , <i>Protographium philolaus philolaus</i> , <i>Priamides pharnaces</i> , <i>Phoebis agarithe agarithe</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Pyrisitia nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> , <i>Ascia monuste monuste</i> , <i>Ganyra josephina josepha</i> .
Pastizal	<i>Colias eurytheme</i> , <i>Anteos maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Pyrisitia proterpia proterpia</i> , <i>Catasticta teutila teutila</i> , <i>Pontia protodice</i> .
Matorral xerófilo	<i>Baronia brevicornis brevicornis</i> , <i>Battus philenor philenor</i> , <i>B. polydamas polydamas</i> , <i>B. laodamas iopas</i> , <i>Parides photinus photinus</i> , <i>P. montezuma montezuma</i> , <i>P. erithalion trichopus</i> , <i>Protographium epidaus tepicus</i> , <i>P. epidaus fenochionis</i> , <i>P. epidaus epidaus</i> , <i>P. philolaus philolaus</i> , <i>Mimoides thymbraeus aconophos</i> , <i>M. phaon phaon</i> , <i>Priamides pharnaces</i> , <i>P. erostratus erostratus</i> ; <i>P. anchisiades idaeus</i> , <i>Troilides torquatus tolus</i> , <i>Calades ornythion ornythion</i> , <i>C. astyalus pallas</i> , <i>C. androgeus epidaus</i> , <i>Heraclides thoas autocles</i> , <i>H. cresphontes</i> , <i>Papilio polyxenes asterius</i> , <i>Pterourus pilumnus</i> , <i>P. palamedes leontis</i> , <i>P. glaucus garcia</i> , <i>P. multicaudatus</i> , <i>Pyrrhosticta garamas garamas</i> , <i>P. abderus abderus</i> , <i>P. victorinus victorinus</i> , <i>P. victorinus morelius</i> , <i>Dismorphia amphiona lupita</i> , <i>Colias eurytheme</i> , <i>Zerene cesonia cesonia</i> , <i>Anteos clorinde nivifera</i> , <i>A. maerula lacordairei</i> , <i>Phoebis agarithe agarithe</i> , <i>P. argante argante</i> , <i>P. neocypris virgo</i> , <i>P. philea philea</i> , <i>P. sennae marcellina</i> , <i>Aphrissa statira jada</i> , <i>Abaeis nicippe</i> , <i>Pyrisitia dina westwoodi</i> , <i>P. lisa centralis</i> , <i>P. nise nelphe</i> , <i>P. proterpia proterpia</i> , <i>Eurema albula celata</i> , <i>E. boisduvaliana</i> , <i>E. दौरa</i> , <i>E. mexicana mexicana</i> , <i>E. salome jamapa</i> , <i>Nathalis iole iole</i> , <i>Kricogonia lyside</i> , <i>Anthocharis cethura cethura</i> , <i>Paramidea limonea</i> , <i>Hesperocharis costaricensis pasion</i> , <i>H. crocea jaliscana</i> , <i>Catasticta nimbe nimbe</i> , <i>Melete lycimnia isandra</i> , <i>Glutophrissa drusilla tenuis</i> , <i>Pieris rapae rapae</i> , <i>Pontia protodice</i> , <i>Leptophobia aripa elodia</i> , <i>Ascia monuste monuste</i> , <i>Ganyra howarthi kuschei</i> , <i>G. josephina josepha</i> .

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta tesis se lograron los objetivos planteados. En el capítulo I se describió en orden cronológico de qué forma fueron apareciendo registros de papilionidas y piéridas en México y quiénes fueron los principales protagonistas del acervo de conocimiento en estas dos familias de mariposas.

En el capítulo II se presenta el libro "*Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e ilustración*", en el que se describe la distribución del conocimiento de las especies de papilionidas y piéridas graficando los registros y sus coordenadas geográficas, describiendo el número de registros, individuos y localidades por estado y por especie para ambas familias. Además se destacan las localidades con mayor riqueza de especies. Con esta publicación se resume la información conocida desde el siglo antepasado hasta 1994.

En el capítulo III se evaluó el conocimiento de las papilionidas y piéridas mexicanas por regiones y tipos de vegetación potencial, utilizando una rejilla de cuadrantes de medio grado por medio grado. Se describieron los patrones de riqueza por cuadrante y por tipo de vegetación potencial.

En el capítulo IV se evaluó la homogeneidad de los datos y se discutió el uso potencial de la base con el efecto de la escala. Se encontraron sesgos importantes en las recolectas como el efecto carretera, baja homogeneidad en los tiempos y frecuencias de recolectas y efecto de la escala. Se encontró que el efecto de la escala es determinante en el uso potencial de las bases de datos para conservación y, en el caso de la base de datos utilizada en el análisis, puede utilizarse en los mapas de tipos de vegetación y no a nivel de cuadrantes.

En el capítulo V se propone el uso del índice de amplitud biogeográfica, con base en el análisis de frecuencias relativas como una opción para usar la base de datos en faunística predictiva minimizando los sesgos generados por el efecto de la escala y la baja homogeneidad de los datos.

De este modo se propone obtener información básica que permita hacer predicciones que apoyen propuestas de bioconservación, a pesar de la dificultad de trabajar con una base de datos en donde las localidades bien conocidas son pocas y la intensidad de recolecta no es homogénea, la mayor parte de las localidades se concentran en el sureste del país, en sitios muy cercanos a las carreteras y que algunas especies han sido más recolectadas que otras.

Entonces, se responde a las preguntas fundamentales propuestas en los objetivos, clasificadas a continuación:

SOBRE EL CONOCIMIENTO DE PAPILIONIDAE Y PIERIDAE POR ESTADOS

1. Chiapas es el estado más rico en especies tanto de papilionídeos como de piéridas
2. Veracruz es el estado mejor conocido y con mayor esfuerzo de recolecta
3. Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Guerrero son los estados con mayor riqueza de especies de papilionídeos y piéridas
4. Chiapas es el estado con mayor número de endemismos siendo la Sierra Madre de Chiapas la región más importante en este rubro.
5. Baja California presenta una elevada intensidad de recolecta, por un lado no presenta alta riqueza de especies y por otro presenta un grado alto de endemismos y disyunciones.
6. Entre los lepidopterólogos que contribuyeron en mayor grado al conocimiento de papilionídeos y piéridas de México destacan Carlos Hoffmann, Leonila Vázquez, los miembros de la familia De la Maza, Carlos Beutelspacher, Jorge Llorente, Armando Luis e Isabel Vargas.

RECOLECTA POR CUADRANTES, POR ESTADO Y POR REGIÓN**CUADRANTES**

7. La intensidad de muestreo es heterogénea tanto por cuadrantes como por localidad y tipos de vegetación, aun cuando existe cierto parecido en el porcentaje de conocimiento de los tipos de vegetación.
8. Los cuadrantes más ricos en especies se encuentran en Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Guerrero, coincidiendo con las regiones y estados más ricos en especies y mejor recolectados.

ESTADOS

9. Los Estados con más registros y localidades en donde se recolectaron papilionídeos y piéridas son los Estados de la Península de Baja California, Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Resultan éstos últimos cuatro los más ricos en especies

REGIONES

10. La parte norte del país es la región menos recolectada y con el menor número de especies, siendo conocidas aquellas de amplia distribución tanto para papilionídeos como para piéridas.
11. Las regiones de México con mayor variedad en su topografía, climas y vegetación son las más ricas en especies, correlacionándose también con alto número de endemismos y especies disyuntas.

PATRONES ALTITUDINAL Y LATITUDINAL

12. El patrón altitudinal de riqueza de especies de papilionidos y piéridas no disminuye con la altitud, como en otros grupos, sino que es más alto entre los 860 y 1190 m s.n.m. Esto podría ser un efecto del muestreo, pues coincide con las altitudes más recolectadas.
13. El patrón latitudinal de riqueza de especies de papilionidas y piéridas aumenta hacia el ecuador, manteniéndose constante entre los 17 y los 20°, precisamente en la región conocida como Eje Neovolcánico.

REGIONES NEÁRTICA Y NEOTROPICAL

14. Se encontró mayor intensidad de recolecta en la Región Neotropical de México, especialmente en sitios cuya vegetación predominante es el bosque mesófilo de montaña.
15. La mayor ignorancia sobre papilionidas y piéridas de México se ubica en la región Neártica, siendo el matorral xerófilo el principal tipo de vegetación registrado en esta zona.

RIQUEZA Y ENDEMISMO

16. La región Neotropical principalmente en la Sierra Madre del Sur, la Sierra Madre de Chiapas y la Planicie Costera del Golfo son las regiones más ricas en especies y con alto grado de endemismo.
17. La fauna de papilionidas y piéridas de México es predominantemente neotropical, como sucede en la mayoría de los insectos
18. La mayor riqueza de papilionidas y piéridas se encuentra en bosques del Neotrópico en temperaturas cálidas y altitudes de 1 000 m s.n.m. (Ver 11)

VEGETACIÓN

19. El bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical perenifolio son los tipos de vegetación con mayor número de especies y los mejor conocidos, contrastando su baja extensión respecto a otros tipos de vegetación con mayor cobertura en México, como el matorral xerófilo y el bosque de coníferas y encinos.

20. El bosque tropical perenifolio y el bosque mesófilo de montaña resultaron ser los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies, seguidos del matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio.
21. El bosque tropical perenifolio es el tipo de vegetación más recolectado, seguido del bosque mesófilo de montaña
22. El bosque mesófilo de montaña es el mejor conocido y más rico en especies globalmente, pues cuenta con el 16% de las recolectas aunque es de menor área que el bosque de coníferas y encino y el bosque tropical perenifolio que tienen un 18% y un 21% de recolectas respectivamente. Destacando el aislamiento en el bosque mesófilo de montaña como un proceso que ha favorecido la especiación en mariposas.

LOCALIDADES

23. Las tres localidades más ricas en especies presentan como tipo de vegetación bosque mesófilo de montaña.
24. Los tipos de vegetación más frecuentes en las localidades más ricas en especies, son el bosque mesófilo de montaña, el bosque tropical perenifolio y el bosque de coníferas y encinos.
25. Las localidades más ricas en especies son las mejor recolectadas
26. Las localidades mejor recolectadas presentan los tipos de vegetación bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perenifolio y bosque de coníferas y encino.
27. Las localidades con recolectas de papilionidas y piéridas reflejan la cercanía a vías de acceso, especialmente aquéllas con mayor número de registros.
28. El 55% de los ejemplares inventariados en la base de datos provienen de unas pocas localidades concentradas en Veracruz, Guerrero, Oaxaca y Chiapas con tipo de vegetación señalado en el punto 25.

GRUPOS

29. Las especies de piéridas están mejor recolectadas que las papilionidas.
30. El porcentaje de piéridas de amplia distribución es de 21% mientras que el 43% son piéridas neotropicales y el 12% están restringidos a la región Neártica.
31. El 17% de los papilionidos de México son de amplia distribución, mientras que el 43% están restringidos al Neotrópico y el 7% restringidos a la región Neártica.

ÍNDICE ABR DE FRECUENCIAS RELATIVAS

32. El análisis de frecuencias propuesto (ABR) se correlaciona con los patrones de amplitud de distribución para las especies de papilionidas y piéridas, por lo que se

- propone su uso en faunística predictiva cuando se cuenta con bases de datos de muchos miles de registros en áreas muy grandes siendo los muestreos heterogéneos en espacio y tiempo.
33. Las especies de distribución amplia se correlacionan con un valor ABR alto, mientras que aquellas de distribución restringida tienen valores ABR progresivamente bajos.
 34. El uso del índice ABR está restringido ya que reflejará probabilidades generales, requiriendo tomar en cuenta las preferencias ecogeográficas de las especies y las barreras potenciales, además de la cercanía del lugar bajo predicción con los cuadrantes de registro.
 35. Contamos con el conocimiento necesario sobre las especies de papilionidas y piéridas de todos los tipos de vegetación para poder predecir el tipo de comunidades que habitan las regiones conocidas; sin embargo es urgente compilar los datos que no están sistematizados para incrementar la precisión de las predicciones.
 36. Es necesario incrementar el conocimiento de las localidades con baja intensidad de recolecta así como recuperar los datos de recolecta de los ejemplares que fueron extraídos del país en los siglos pasados para mejorar el potencial predictivo de los inventarios y mejorar el conocimiento de estas dos familias de mariposas.
 37. Utilizar la frecuencia de registros puede ser útil para predecir las distribuciones potenciales en esta base de datos y otras que no cuentan con registros homogéneos; sin embargo el poder predictivo disminuye al ser aplicado a la frecuencia de localidades.
 38. El uso del índice ABR puede aplicarse a inventarios incompletos para identificar especies de amplia distribución y especies de distribución restringida, lo que es aplicable en la biología de la conservación.

REFERENCIAS

- Agenda 21. 1994. *The Earth Summit Strategy to Save our Planet*. D. Sitarz (ed.) Earth Press Resources for a Better World. Boulder, Colorado.
- Barnard, G. 1992. The Nature Conservancy's strategy for protection of biodiversity in Latin America. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) p 163-173. CONABIO, México, D. F.
- Becher, A. 1998. *Biodiversity-crisis*. Contemporary World Issues. ABC-CLIO, Santa Barbara, California.
- CONABIO, 1997. *La Diversidad Biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 43-55. CONABIO, México, D. F.
- Ehrlich, A. y P. Ehrlich. 1992. Causes and consequences of the disappearance of biodiversity. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 43-55. CONABIO, México, D. F.
- Escalante, T., J.E. Llorente-Bousquets, D. Espinosa y J. Soberón, 2000. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 24: 325-341
- FAO. 1993. *Forest Resources Assessment. 1990. Tropical Countries*. FAO. *Forestry Paper*. FAO, Roma.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO-UNAM, México, D. F.
- Gentry, A. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63: 19-28.
- Glowka, L., F. Burheme-Guilmin y H. Synge en colaboración con J. A. Mcneely y Lotha-Gündling. 1996. Guía del convenio sobre la diversidad biológica. *Environmental policy and law paper* No. 30. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza).
- Gómez-Pompa, A. 1992. La conservación de la biodiversidad tropical: obligaciones y responsabilidades. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 259-267. CONABIO, México, D. F.
- Halfpter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de Transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomologica Mexicana*, 35: 1-64.
- Harcourt, C. y J. Sayer (eds). 1996. *The Conservation Atlas of Tropical Forests. The Americas*. Simon & Schuster, IUCN, CIFOR, WCMC, BP. Nueva York.
- Holdgate, M. W. 1992. The role of the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources in the face of reduction of the world's biodiversity. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 139-146. CONABIO, México, D. F.
- Kerr, J.J., Sugar, A. y Packer, L. 2000. Indicator taxa, rapid biodiversity assesment and nestedness and endangered ecosystem. *Conservation Biology*, 14: 1726-1734
- Lenton, S., J. Fa. y J. Pérez del Val. 2000. A simple non-parametric GIS model for predicting species distribution: endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodiversity and Conservation*, 9: 869-885

- Lichtinger, V. 1992. La negociación de la Convención Internacional para la Conservación de la Diversidad Biológica: su vínculo con el desarrollo y la economía. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 201-206. CONABIO, México, D. F.
- Linell, J., J. E. Swenson y R. Andersen. 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators or keystones? *Biodiversity and Conservation*, 9: 857-866.
- Llorente, J. y A. Luis. 1993. Conservation-oriented analysis of mexican butterflies: Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea). En *Biological Diversity of Mexico: Origins and distributions*. Ramamoorthy, R Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) pp. 147-177 Oxford University Press.
- Llorente, J., A. Luis, I. Vargas y J. Soberón M. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. Vol. Esp. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, (44): 313-324.
- Llorente, J., L. Oñate-Ocaña., A. Luis-Martínez e I. Vargas F. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Mac Nally, R. 2002. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1397-1401
- May, R., 1992. How many species inhabit the earth? *Scientific American*, 267: 42-49.
- Mittermeier, R. y C. Goetsch de Mittermeier. 1992. Importancia de la diversidad biológica de México. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 43-55. CONABIO, México, D. F.
- Myers, N. W., Mittermeier, R. A. Mittermeier, C.G. da Fonseca Gab y Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- National Science Board. 1989. *Loss of Biological Diversity: a Global Crisis Requiring International Solutions*. National Science Board, Washington, D.C.
- Navarro, A., y J. Llorente-Bousquets. 1994. Museos y la conservación de la biodiversidad. En: *Taxonomía Biológica*. Llorente-Bousquets e I. Luna (eds.) pp. 229-257. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- New, T.R. 1991. *Butterfly Conservation*. Oxford University Press. Oxford, Nueva York.
- Ogarrío, R. 1992. El papel de las organizaciones no gubernamentales en la conservación de la biodiversidad. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 179-185. CONABIO, México, D. F.
- Oñate-Ocaña y Morrone, En prep. Aplicación del Índice de Amplitud Biogeográfica en la Conservación.
- Oñate-Ocaña, L., J.J. Morrone y J. Llorente-Bousquets. 2000. Una evaluación del conocimiento de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Acta Zoologica Mexicana*. Nueva Serie, 81: 117-132.
- Petersen, F. T. y R. Meier. 2003. Testing species-richness estimation methods on single-sample collection data using the Danish diptera. *Biodiversity and Conservation*, 12: 667-686.
- Peterson A. T., A. Navarro y H. Benítez. 1998. The need for continued scientific collecting; a geographic análisis of Mexican bird specimens. *IBIS*, 140: 288-294.
- Pimm, S. L. y Raven, P. H. 2000. Extinction by the numbers. *Nature*, 403: 843-845
- Primack, R. B., 2000. *A primer of Conservation Biology*. 2a. ed. SINAUER.

- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad del universo vegetal de México: perspectivas de un conocimiento sólido. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 251-257. CONABIO, México, D. F.
- Sedenko, J. 1991. *The Butterfly Garden. Creating beautiful gardens to attract butterflies*. Villard Books, Nueva York.
- Seligmann, P. 1992. Ecosystem conservation: blending science, economics and ecosystem management. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 147-153. CONABIO, México, D. F.
- Soberón, J., J. Llorente y L. Oñate-Ocaña. 2000. The use of specimen labels databases for conservation purposes: an example using mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1441-1466.
- Toledo, V.M. 1988. La Diversidad Biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*. 8: 7-16.
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* no. 34 abril-junio 1994.
- Tyler, H., K. S. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail butterflies of the Americas. A study in Biological dynamics, Ecological diversity, Biosistematics and Conservation*. Scientific Publishers. Gainesville, Florida.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 1996. *Convenio sobre Diversidad Biológica*. Textos y Anexos. UICN. Gland, Suiza.
- Urquidí, V. 1992. Aspectos económicos de la protección ambiental. En: *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.) pp. 187-199. CONABIO, México, D. F.
- Whitmore, T. C. y G.T. Prance. 1987. *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Oxford Monographs on Biogeography 3. Clarendon Press. Oxford