



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA

**MARIPOSAS DIURNAS (PAPILIONOIDEA) COMO INDICADORES
ECOLÓGICOS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE UN ÁREA DE
SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LA DEPRESIÓN DEL BALSAS,
GUERRERO, MORELOS Y PUEBLA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

SÁNCHEZ GARCÍA, CARLA IVON

ASESOR: LUNA REYES, MARÍA DE LAS MERCEDES

MÉXICO, D. F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

RESUMEN

Se analizó la composición de papilionoideos de un área de la Depresión del Balsas para conocer el estado de conservación de la selva baja caducifolia (SBC). Esta región tiene gran importancia histórico-biogeográfica ya que es considerada como centro de endemismo de diversos grupos taxonómicos.

Se consideraron los datos de la Colección Lepidopterológica del Museo de Zoología de la F.E.S. Zaragoza provenientes de 59 localidades de SBC de la Región del Balsas, obtenidos entre febrero 1997 y octubre de 2009; estas localidades están ubicadas dentro y fuera de la Región Terrestre Prioritaria 120, en un rango altitudinal entre los 900 y 1370 m.

Los datos corresponden a 18,790 ejemplares de 246 especies de las cinco familias que conforman la superfamilia Papilionoidea (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae).

El estado de conservación de cada sitio fue evaluado de acuerdo con cinco criterios biológicos: riqueza (R), rareza local (RL), rareza demográfica (RD), endemismo (E) y especies con problemas de conservación (EPC).

Las localidades se ordenaron con base en la sumatoria total de los valores obtenidos para cada criterio. Las Vías obtuvo el primer lugar, seguida por Agua Salada y Coapango, localizándose estos tres sitios en la región norte del estado de Guerrero que cuenta con la vegetación de SBC mejor conservada.

Este trabajo representa el primero en su tipo en la zona de estudio.

INTRODUCCIÓN

La provincia biogeográfica del Balsas es una amplia región de tierras bajas que están situadas en el centro de México, entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. Dicha depresión, ocupa porciones importantes de los estados de Morelos, Guerrero, Michoacán, Puebla, Jalisco, Estado de México y Oaxaca; por debajo de los 2000 m de altitud (Morrone, 2006). Esta provincia tiene gran importancia histórico-biogeográfica, pues debido a sus características muy particulares (e. g. zonas de extrema aridez), presenta altos niveles de riqueza y endemismo (Escalante *et al.*, 1993, 1998).

Asimismo, por su posición entre dos columnas montañosas de gran importancia, esta región se caracteriza por tener varios tipos de vegetación, principalmente resultado de la variación climática que se da en relación al desnivel altitudinal, presentándose desde matorrales xerófilos y bosques tropicales, hasta bosques de encino y pino e incluso pastizales alpinos por arriba del límite de la vegetación arbórea (Fernández *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca del Balsas es la más importante de la vertiente del Pacífico Mexicano. Su disponibilidad total anual de aguas superficiales se estima en 24,484 mm³ de escurrimientos vírgenes y retornos, constituidos por 6,851 Mm³ escurridos del Alto Balsas, 7,463 mm³ del Medio Balsas y 9,959 mm³ del Bajo Balsas, más un volumen de retornos estimado en 211 mm³ (Gámez *et al.*, 2007).

De acuerdo con Flores y Gerez (1994), en 1981 la cobertura de selva baja caducifolia (SBC) en México se estimó en 12.36% de la superficie total, de la cual solo 8.92% no presentaba alteraciones graves; para 1990 la cobertura nacional de este tipo de vegetación sin perturbaciones fue de 6.98%; dónde la tasa de deforestación anual estimada en 1992 para la selva baja era de 163,000 hectáreas (Rincón *et al.*, 1999), y es de suponer que actualmente el porcentaje de vegetación sin alteraciones tiende a ser mínimo.

La selva baja caducifolia (SBC) es considerada el tipo de vegetación tropical en mayor peligro de desaparecer totalmente (Janzen, 1988). Quizás una de las razones principales de esta falta de atención se debe a su aspecto relacionado con

su marcada estacionalidad climática, caracterizada por una época de lluvias (junio-septiembre) en la cual la vegetación luce exuberantemente verde, contrastando con la época de sequía (octubre-mayo), cuando la mayor parte de las especies vegetales se desprende de sus hojas y se distingue por presentarse sobre laderas de cerros con pendientes que van de moderadas a fuertes, con características geológicas y edáficas muy variables, lo que contribuye a su gran diversidad florístico-fisonómica.

La relevancia biológica de la SBC es excepcional, ya que presenta un porcentaje mucho mayor (más de 40%) de las plantas endémicas de México que la Selva Tropical Húmeda (5%) (Rzedowski, 1991). Aunado a esto, estudios evidencian que la SBC es el tipo de vegetación del que los pobladores utilizan el mayor porcentaje de sus especies vegetales, siendo en muchos casos más del 55% (Maldonado, 1997); además, a nivel nacional provee el mayor número de plantas medicinales (Argueta, 1994). Por otro lado, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), al sur de Morelos, existen cinco de las seis especies de felinos presentes en México (Arias *et al.*, 2002).

La diversidad biológica, ya sea de especies o de hábitats, es un indicador de los cambios de los ecosistemas y uno de los criterios más utilizados en los estudios sobre evaluación de la conservación (Luna-Reyes, 2004).

Inicialmente, la conservación eficaz de la naturaleza requiere métodos exactos para identificar los sitios más dignos para ser preservados y se consideren como reservas de la naturaleza. Tales métodos son particularmente importantes en países industrializados, donde la presión por ocupar mayores extensiones de tierra va reduciendo la mayoría de los hábitats semi-naturales a solo unos cuantos fragmentos aislados pequeños (Pearson y Carroll, 1998).

Los modelos estadísticos espaciales permiten determinar la viabilidad del uso de indicadores simples múltiples para predecir patrones espaciales de riqueza de especies ecológica o filogenéticamente no relacionados. Los modelos espaciales son óptimos para este tipo de análisis debido a que los datos de las especies no son independientes del espacio donde se encuentren, por efecto de dispersión básicamente. Estos modelos también son utilizados para predecir el número de especies en áreas donde no hay datos disponibles (Pearson y Carroll, 1998). GARP (Genetic Algorithm for Rule Set Prediction) se usa para la modelación del nicho de

especies animales o plantas utilizadas como sustitutos de biodiversidad global (Stockwell y Peters, 1999). SPOT (Spatial Portfolio Optimization Tools) es una herramienta generalizada para la selección de portafolios de conservación (grupos de áreas), usando un enfoque flexible para el diseño automático y eficiente de áreas alrededor de metas específicas de conservación. SPOT fue antecedido por la herramienta de planeación ecorregional SITES, desarrollada por la Universidad de California en Santa Bárbara para The Nature Conservancy (Shoutis, 2003). RESNET Reserve Network es una aplicación que implementa variaciones de algoritmos presentados originalmente por Margules y Pressey (2000) para la planificación de reservas naturales de biodiversidad. Si una región se divide en un set de lugares, estos algoritmos los ordenan de acuerdo con su contenido de biodiversidad.

En México se ha recurrido a dos fuentes que pueden asegurar la conservación de la biodiversidad. Por un lado, la CONABIO ha determinado un conjunto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). Por otro, se han asumido las Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas por el Gobierno Federal (CONABIO, 2000).

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) corresponden a unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por su riqueza específica y por una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al.*, 2000).

Las 152 RTP's cubren una superficie de 515 558 km² (más de la cuarta parte del territorio nacional), y están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación, y del área de distribución de algunas especies clave (Arriaga *et al.*, 2000); las Sierras de Taxco-Huautla en donde se desarrolla este trabajo corresponde a la RTP-120.

En la Depresión del Balsas se localizan diez RTP's: la totalidad de Sierras de Taxco-Huautla (Morelos, Puebla, Guerrero y estado de México), Nanchititla (Guerrero y estado de México), Cañón del Zopilote (Guerrero) e Infiernillo (Guerrero

y Michoacán), y parte de Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Puebla y Oaxaca), Sierra Trique-Mixteca (Guerrero y Oaxaca), Sierra Madre del Sur de Guerrero (Guerrero), Tancítaro (Michoacán), Ajusco-Chichinautzin (Distrito Federal, estado de México y Morelos) y Nevado de Toluca (estado de México) (Arriaga *et al.*, 2000).

Los bioindicadores son especies o grupos taxonómicos capaces de reflejar el estado de conservación, diversidad, endemismo y el grado de intervención o grado de perturbación en los ecosistemas naturales. La presencia o ausencia de estos bioindicadores revela la existencia de otros individuos relacionados con su hábitat (Andrade, 1998).

Los requisitos para que un grupo sea considerado indicador son: a) Taxonomía estable y bien conocida; b) Biología e historia natural conocidas; c) Individuos fácilmente observables, manipulables en campo y en laboratorio; d) Amplia distribución mundial (ecológicamente bien diversificados); e) Especies especializadas en hábitat restringidos (sedentarios dentro de un ecosistema); f) Patrón de riqueza de especies ampliamente correlacionadas con otros taxones; g) Alta sensibilidad y fidelidad ecológica; h) Deben ser abundantes; i) Deben tener ciclos de vida cortos; j) Especies con potencial económico (Coddington *et al.*, 1996; Pearson, 1994).

Entre los taxones más empleados como indicadores se encuentran las aves, anfibios, los reptiles y los insectos, en particular lepidópteros rhopaloceros (mariposas diurnas), los coleópteros de las familias Scarabaeidae (escarabajos peloteros coprófagos) y Cicindelidae (escarabajos tigre), e himenópteros de la familia Formicidae (hormigas) (Guerra y Ledezma, 2004).

Las ventajas de utilizar a las mariposas diurnas como bioindicadoras radica en que presentan taxonomía estable, la historia natural de los adultos y larvas es tal vez la mejor conocida, son de fácil identificación y colección; presentan gran dependencia y correlación con la vegetación, tanto por los hábitos de herbivoría de las larvas, como por los requerimientos nectarívoros de los adultos, por lo que son indicadoras del estado de conservación del hábitat, del grado de endemismo y de la afinidad biogeográfica de una zona. La observación y el monitoreo de los adultos en una región determinada, ayuda a identificar y reconocer las especies comunes, raras

y endémicas y, debido a su belleza natural, las mariposas son excelentes especies bandera para la conservación del hábitat (Guerra y Ledezma, 2004).

ANTECEDENTES

En cuanto al estudio de los insectos de la cuenca del Balsas destacan los trabajos sobre mariposas: Lepidópteros diurnos de la Sierra de Huautla, Morelos (Silva e Ibarra, 2003), Fenología de Papilionoidea en un área de selva baja caducifolia en la RTP-120 (Sánchez, 2006), Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera) (Luna-Reyes *et al.*, 2008), Análisis de la distribución geográfica de papilionoideos de la parte oriental de la cuenca del Balsas (Bustamante, 2009), así como los trabajos sobre himenópteros de la familia Encyrtidae (Rodríguez y Woolley, 2005) y dípteros de la familia Bombyliidae (Ávalos, 2007).

También existen estudios sobre la distribución y diversidad de la avifauna de la región oriente de las Sierras de Taxco-Huautla (Ramírez y Ramírez, 2002), y una evaluación del valor de conservación en áreas del alto balsas con base en un estudio ornitológico (Abundis, 2003).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las Sierras de Taxco-Huautla se ubica entre las coordenadas 18° 18' 32" a 18° 52' 21" de latitud norte y 98° 48' 49" a 100° 09' 00" de longitud oeste, y comprende parte de los estados de México, Guerrero, Morelos y Puebla, así como los municipios de Almoloya de Alquisiras, Amatepec, Sultepec, Tejupilco, Tlatlaya y Zacualpan; Atenango del Río, Buenavista de Cuéllar, Huitzuc de los Figueroa, Iguala de la Independencia, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Pedro Ascencio Alquisiras, Taxco de Alarcón, Teloloapan y Tetipac; Amacuzac, Ayala, Jojutla, Puente de Ixtla, Tepalcingo y Tlalquiltenango, y Jolalpan y Teotlalco, respectivamente.

Tiene una superficie de 2,959 km², con climas semicálidos, templados subhúmedos ((A) C (w₂)), cálidos y subhúmedos (Aw₀ y Aw₁), y C(w₂)x que es un clima templado. Las unidades de suelo presentes en esta RTP es Feozem háplico. El tipo de vegetación predominante es selva baja caducifolia, seguida de la de

bosque de encino, en donde se desarrollan actividades agrícolas, pecuarias y forestales (Arriaga *et al.*, 2000).

La riqueza y diversidad biológica de las cañadas en la Sierra de Taxco, así como los ecosistemas de la Sierra de Huautla, representan un reservorio de especies endémicas y una riqueza significativamente alta de mariposas, por lo que se decretó como un área natural protegida a nivel estatal; ambos conjuntos de sierras conforman un continuo por lo que se agrupan en una sola RTP (Arriaga *et al.*, 2000).

JUSTIFICACIÓN

A pesar de los esfuerzos que se han hecho en el país por la conservación de sus áreas naturales y de las especies que las habitan, todavía falta mucho por conocer sobre su ecología y distribución (Escalante *et al.*, 1998).

Existen estudios de este tipo en Colombia, Perú; Venezuela y Brasil, sin embargo, el presente trabajo tal vez sea el primero que se realiza en la zona de estudio con mariposas diurnas como indicadores ambientales. De acuerdo con Espinosa (1999), existe la necesidad de preservar la diversidad biológica obligando al estudio de especies y hábitats susceptibles a desaparecer, que presentan características ecológicas peculiares así como ocurre con este tipo de vegetación.

OBJETIVOS

General

Analizar el estado de conservación de la selva baja caducifolia en un área de la provincia del Balsas con base en su lepidopterofauna.

Particulares

- ✎ Conocer la composición de papilionoideos y su abundancia en cada localidad estudiada.

- ☞ Reconocer las especies endémicas, raras y aquellas sujetas a protección especial.
- ☞ Evaluar el estado de conservación de cada sitio con base en los atributos de la comunidad de Papilionoidea.

MÉTODO

En este trabajo se analizaron los datos de 18790 ejemplares correspondientes a la Depresión del Balsas existentes en la Colección Lepidopterológica del Museo de Zoología de la F.E.S. Zaragoza. Las mariposas fueron capturadas entre febrero de 1997 y octubre del 2009; provienen de 59 localidades de selva baja caducifolia localizadas en los estados de Guerrero, Morelos y Puebla, en un rango altitudinal entre los 900 y 1370 msnm (Figura 1). Todas las localidades fueron visitadas al menos una vez en cada período estacional de lluvia y de sequía; en el Cuadro 1 se presentan los datos de cada localidad y se indica su ubicación dentro o fuera de la RTP-120.

Fue necesario revisar algunos ejemplares para confirmar o actualizar su determinación taxonómica para lo cual se utilizó literatura especializada (De la Maza, 1987; Llorente *et al.*, 1997; Garwood y Lehman, 2005; Glassberg, 2007) y la página en Internet de Mariposas Mexicanas. En este paso se tomaron en cuenta el patrón de coloración de las alas, la forma de las antenas, la presencia de ocelos, etc. En este caso, se corrigieron los registros escrito y electrónico. Además, se seleccionaron los mejores ejemplares de cada especie y se montaron siguiendo las técnicas descritas por Howe (1975).

A partir de los datos del catálogo electrónico se obtuvo la lista de especies de Papilionoidea para cada localidad; esta lista fue evaluada bajo los criterios biológicos de riqueza, abundancia, rareza local, rareza demográfica, endemismo y especies con protección especial; los niveles atribuidos para ello corresponden a los propuestos por Abundis (2003).

Cuadro 1. Localidades analizadas en la Depresión del Balsas; (*) ubicadas dentro de la RTP-120.

ESTADO MUNICIPIO	LOCALIDAD	ABREVIATURA LOCALIDAD	ALTITUD (msnm)	LATITUD	LONGITUD
Guerrero					
Atenango del Río	*Agua Salada	Sal	757	18° 28' 2.2 "	99° 9' 5.4"
Buenavista del Cuéllar	*Cerro San Antonio	Ant	1302	18° 27' 55.3"	99° 24' 8.5"
	*Coxcatlán	Cox	1637	18° 29' 37.1"	99° 26' 53.8"
	*La Mina	Min	1433	18° 26' 31.6"	99° 25' 36.3"
	*Las Vías	Via	1202	18° 26' 58.1"	99° 26' 36.5"
	*Los Amates	Ama	982	18° 25' 5"	99° 29' 25"
	Palmillas	Pal	1049	18° 32' 19.1"	99° 25' 18.8"
	Santa Fé	Fe	1065	18° 33' 21.3"	99° 26' 17.3"
Huitzuc	Quetzalapa	Que	866	18° 19' 2.8"	99° 8' 45.5"
Iguala de la Independencia	*El Naranjo	Nar	900	18° 24' 45"	99° 31' 22.9"
	*Platanillo	Pla	1037	18° 23' 57.1"	99° 29' 45"
Pílcaya	Cacahuamilpa	Cac	970	18° 39' 54.2"	99° 30' 2.5"
	El Transformador	Trans	970	18° 39' 27.1"	99° 29' 2.8"
Taxco de Alarcón	*Juliantla	Jul	1637	18° 31' 28.4"	99° 33' 18.1"
	Las Granadas	Gra	1370	18° 34' 30.4"	99° 30' 36.8"
	San José El Potrero	Pot	1127	18° 38' 36.6"	99° 28' 18.9"
	Santiago Temixco	Tem	1251	18° 28' 46"	99° 37' 50.4"
	*Tlmacazapa	Tla	1996	18° 29' 32.7"	99° 29' 0.4"
Tetipac	Chontalcoatlán	Chon	1265	18° 39' 4.3"	99° 33' 57.1"
	Coapango	Coa	1330	18° 38' 13.2"	99° 33' 26.4"
Morelos					
Amacuzac	Coahuixtla	Coah	900	18° 34' 41.3"	99° 22' 11.1"
Axochiapan	Atlachualoya	Atla	1000	18° 33' 20"	98° 44' 13"
	Axochiapan	Axo	1050	18° 30' 8"	98° 45' 10"
	Santa Cruz Achichipico	Cruz	1000	18° 29' 0"	98° 49' 0"
Ayala	Chinameca	Chin	1300	18° 37' 28"	98° 57' 4"
	*El Vergel	Ver	986	18° 32' 12.5"	99° 1' 19"
Coatlán del Río	Michapa	Mic	1126	18° 41' 9"	99° 29' 13"
Jojutla	Aranda	Ara	839	18° 37' 57.2"	99° 14' 26.8"
Puente de Ixtla	*La Tigra	Tig	994	18° 30' 57"	99° 19' 53.7"
	Tilzapotla	Til	950	18° 29' 15"	99° 16' 29"
Tepalcingo	*El Limón	Lim	1213	18° 30' 50.5"	98° 57' 17.8"
	Agua Fría	Fria	1009	18° 34' 45.3 "	98° 49' 37.5 "
	*El Tepehuaje	Tep	1280	18° 34' 50.5"	98° 58' 50.4"
	Ixtlilco El Chico	Ich	1100	18° 33' 54"	98° 52' 18"
	Ixtlilco El Grande	Igde	1100	18° 32' 17"	98° 51' 6"
	*Los Sauces	Sau	1216	18° 35' 12.2"	98° 56' 46.8"
	*Pitzotlán	Pitz	1200	18° 34' 0"	99° 54' 20.21"
Tlalquitenango	*Chimalcatlán	Chim	889	18° 30' 50.5"	99° 4' 44.6"
	La Era	Era	887	18° 32' 32.9"	99° 6' 2"
	Lorenzo Vázquez	Lor	981	18° 34' 24.7"	99° 4' 27.4"
	Los Elotes	Elo	878	18° 30' 15.5"	99° 7' 44.9"
	Nexpa	Nex	849	18° 32' 9"	99° 9' 41.3"
	*Pueblo Viejo	Vie	841	18° 31' 19.5"	99° 11' 31.5"
	*Quilamula	Qui	1107	18° 30' 59.4"	99° 0' 28.4"
	Río Cuautla	Cua	900	18° 36' 0"	98° 7' 0"
	Valle de Vázquez	Vaz	1156	18° 31' 21.2"	99° 2' 27.8"
Puebla					
Chiautla	Barranca El Almagre	Alm	900	18° 24' 38"	98° 41' 10"
	Chiautla	Chia	1000	18° 20' 0"	98° 35' 0"
	Los Linderos	Lin	1200	18° 17' 25"	98° 42' 40"
	Tlancualpicán	Tlan	900	18° 25' 0"	98° 45' 0"
Chietla	Tecolacio	Tec	1220	18° 26' 28"	98° 40' 2"
	Viborillas	Vib	1174	18° 29' 7.6"	98° 30' 15.9"
Huehuetlán El Chico	Huehuetlán	Hue	1100	18° 21' 0"	98° 41' 0"
Izúcar de Matamoros	Santa María Xuchapa	Xuc	1250	18° 32' 17.5"	98° 26' 45.4"
Jolalpan	Jolalpan	Jol	900	18° 21' 42"	98° 49' 8"
Tehuizingo	El Pitayo	Pitz	1193	18° 26' 0"	98° 22' 0"
	Puente Marqués	Mar	1000	18° 23' 14.5"	98° 18' 40.2"
Teotlalco	Teotlalco	Teo	900	18° 22' 0"	98° 49' 0"
Tepexco	Tepexco	Tep	1240	18° 38' 42.4"	98°40'3.7"

Riqueza. Moreno (2001) define a la riqueza como la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta su valor de importancia. La forma ideal de medir la riqueza es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Para evaluar el criterio de riqueza **(R)** de especies presentes, sencillamente se consideró su número total por localidad.

Rareza Local. Una especie considerada rara localmente es aquella que presenta una distribución restringida en un área, a un nivel menor que la mayoría de los demás organismos de entidades taxonómicamente comparables (Dony y Denholm, 1985; Gaston, 1994).

Para determinar los valores de rareza local **(RL)** se aplicó una escala geométrica en agrupamientos de tamaño por cuatro de tres niveles de acuerdo con el número localidades en las que se registró cada especie, como se muestra a continuación:

CRITERIOS	VALORES
Especies presentes en una localidad	3
Especies presentes de 2 o 5 localidades	2
Especies presentes de 6 a 21 localidades	1

Rareza demográfica. Rabinowitz (1981) la define como una medida de lo reducido de las poblaciones, de la localización de sus distribuciones tanto en extensión geográfica como en el gradiente de hábitats diferentes ocupados, y de su susceptibilidad a experimentar a corto o medio plazo una reducción demográfica.

La rareza demográfica **(RD)** se evaluó en función del número de individuos capturados para cada especie, usando nuevamente la escala geométrica de agrupamientos de tamaño por cuatro, como en el criterio anterior.

CRITERIOS	VALORES
Especies representadas por un solo ejemplar	3
Especies representadas por 2 a 5 ejemplares	2
Especies representadas por 6 a 21 ejemplares	1

Endemismo. Gaston (1994) estableció que las especies son endémicas a un área, si existen solo dentro de ésta y en ninguna otra parte más, las especies pueden ser endémicas a un área y tener altos niveles de abundancia, mayores incluso al de otras especies que compartan la misma área y que no sean endémicas.

Navarro y Benítez (1993) establecieron tres niveles de endemismo (E) para México; la primera distinción son las especies que únicamente se distribuyen en territorio nacional, después las endémicas restringidas que son especies mexicanas con distribución en ciertas áreas, y el tercer nivel son las cuasiendémicas, especies cuya distribución se extiende hacia el sur de los Estados Unidos o hacia el norte de América Central. En este trabajo, las especies se consideraron como endémicas restringidas cuando su distribución se limitó a una o dos provincias biogeográficas.

Para conocer las especies de Papilionoidea registradas como endémicas a México se utilizó la información sobre biogeografía y diversidad de mariposas mexicanas publicada por Luis-Martínez *et al.* (2003).

CRITERIOS	VALORES
Especies endémicas restringidas	3
Especies endémicas a México	2
Especies cuasiendémicas	1

Especies con protección especial. Estas son las especies que se encuentran bajo alguna categoría de la NOM-059-ECOL-2010.

Probablemente extinta en el medio silvestre. Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

En peligro de extinción. Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (esta

categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN).

Amenazadas. Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la IUCN).

Sujetas a protección especial. Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN).

Especies con problemas de conservación (EPC). De acuerdo con la NOM-059-ECOL-2010, los valores asignados para cada criterio dependen del grado de vulnerabilidad de las especies.

CRITERIOS	VALORES
Probablemente extinta en medio silvestre	4
En peligro de extinción	3
Amenazadas	2
Especies con protección especial	1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El orden Lepidoptera está representado por 32 superfamilias y 124 familias. La superfamilia Papilionoidea incluye aproximadamente 146,000 especies a escala mundial (Heppner, 1993) y constituye uno de los grupos mejor representados en nuestro país, ya que en éste habita el 10% del total mundial con más de 1,200 especies y 1,800 subespecies (Salinas, 1999), aproximadamente el 12% son endémicas de México (210 especies) (Romeu, 2000).

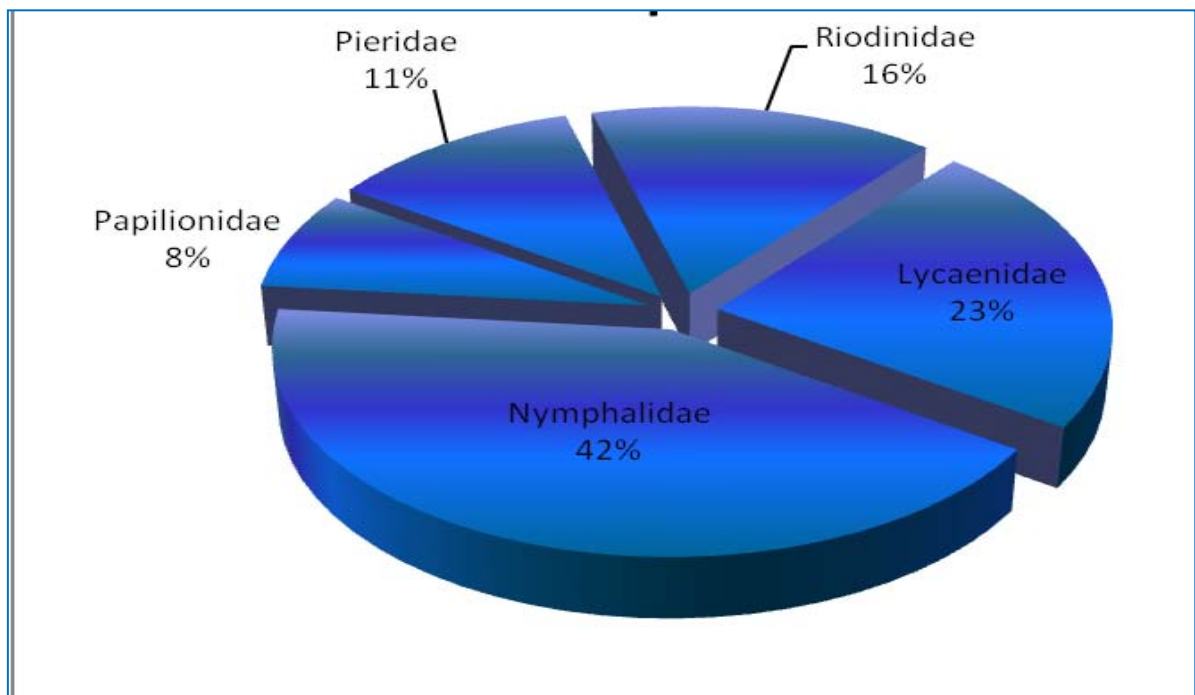
La riqueza de mariposas diurnas registradas en este análisis para los estados de Guerrero, Morelos y Puebla fue de 246 especies que corresponden a las cinco familias que conforman a la superfamilia Papilionoidea (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae), 17 subfamilias y 111 géneros (ver Apéndice). Del total de especies, 207 fueron raras localmente y 150 mostraron rareza demográfica, 60 especies son consideradas endémicas, mientras que *Danaus plexippus plexippus* fue la única especie protegida.

RIQUEZA (R). De las 246 especies registradas en el área de estudio, el 42% pertenece a Nymphalidae (104 especies), 23% a Lycaenidae (57 especies), 16% a Riodinidae (38 especies), 11% a Pieridae (28 especies) y el restante 8% corresponde a Papilionidae (19 especies) (Fig. 2). Esta distribución por familia coincide con la tendencia general encontrada en las áreas tropicales de México, donde Nymphalidae y Lycaenidae son las más diversas (Luna-Reyes, 2008); la suma de ambas familias representa el 65% de la riqueza total (161 especies), como se ha citado en los trabajos de González-Martínez (1996), Luis *et al.* (1991), Luna-Reyes *et al.* (2008), Raguso y Llorente (1991), Vargas-Fernández *et al.* (1992) y Vargas *et al.* (1999), realizados en áreas con diversos tipos de vegetación, incluyendo la selva baja caducifolia.

En cuanto al nivel de género, se encontraron las mismas proporciones: de los 111 registrados para Papilionoidea, el valor máximo fue para Nymphalidae (46), seguido de Lycaenidae (26), Pieridae (17), Riodinidae (14) y el menor para Papilionidae (8).

La importancia de la biodiversidad principalmente reside en saber qué especies están presentes en un lugar determinado. El conocimiento de la riqueza específica y su asociación con ecosistemas característicos pueden proporcionar indicios para la aplicación de planes de conservación en sitios que representen valor biológico y ecológico (Grehan, 2001).

Figura 2. Riqueza por familia de Papilionoidea en el área de estudio.



De las once localidades que ocuparon las primeras diez posiciones para este atributo, seis están ubicadas dentro de la Región Terrestre Prioritaria 120 (Las Vías, Agua Salada, El Tepehuaje, El Naranjo, Chimalacatlán y El Limón), mientras que las restantes están fuera del área protegida (Coapango, Chiautla, Santiago Temixco y Tilzapotla), o en sus límites (Las Granadas). Algunas localidades ocuparon el mismo lugar en la jerarquía debido a que presentaron el mismo número de especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Riqueza de especies y el valor correspondiente para cada una de las 59 localidades; J: jerarquía; (*) Ubicadas dentro de la RTP-120.

J	Localidades	Riqueza	Valor R
1	*Las Vías	153	59
2	*Agua Salada	107	58
3	Coapango	93	57
4	*El Tepehuaje	82	56
4	Las Granadas	82	56
5	Chiautla	74	55
6	*El Naranjo	71	54
7	Santiago Temixco	70	53
8	*Chimalacatlán	69	52
9	Tilzapotla	68	51
10	*El Limón	65	50
11	Santa María Xuchapa	63	49
11	Tlancualpicán	63	49
12	Agua Fría	61	48
13	*Los Sauces	53	47
14	Nexpa	51	46
14	Santa Fé	51	46
15	*El Vergel	50	45
15	*Los Amates	50	45
16	Jolalpan	48	44
17	Valle de Vázquez	46	43
18	*Cerro San Antonio	44	42
19	Chontalcoatlán	43	41
20	Los Elotes	40	40
20	Ixtlilco El Grande	40	40
21	*La Tigra	39	39
21	Teotlalco	39	39
22	San José El Potrero	38	38
23	*Coxcatlán	37	37
23	Huehuetlán	37	37
23	*Pueblo Viejo	37	37
24	Quetzalapa	36	36
25	Ixtlilco El Chico	34	35
25	Puente Marqués	34	35
26	Chinameca	33	34
26	*Platanillo	33	34
27	Michapa	32	33
28	*Pitzotlán	31	32
28	Tepexco	31	32
29	*Juliantla	30	31
30	*La Mina	28	30
31	Palmillas	26	29
32	Atlahualoya	23	28
33	Los Linderos	22	27
34	El Pitayo	19	26
35	Coahuixtla	18	25
35	*Quilamula	18	25
36	Lorenzo Vázquez	16	24
37	La Era	15	23
38	Aranda	14	22
39	Axochiapan	12	21
40	Río Cuautla	10	20
40	Santa Cruz Achichipico	10	20
41	Cacahuamilpa	9	19
41	Viborillas	9	19
42	Barranca El Almagre	8	18
42	*Tlamacazapa	8	18
43	Tecolacio	7	17
44	El Transformador	6	16

Aunque la riqueza de las especies indica diversidad, la variación entre los sitios puede reflejar diferencias en el área y requiere un examen más detallado de las especies, las condiciones ambientales y si es posible, un conocimiento de la historia natural del sitio ya que no siempre se trata de especies amenazadas (Dony y Denholm, 1985). Por ello, se buscan criterios que permitan realizar sencilla y rápidamente la selección de sitios para la conservación de los recursos naturales. Algunos de estos criterios son: (1) selección de los lugares en los que la riqueza específica es máxima (Myers, 1988; Prendergast *et al.*, 1993); (2) selección de lugares de máxima rareza o de alta endemividad, donde aparece un alto número de especies raras, endémicas o amenazadas (Bibby *et al.*, 1992); y (3) selección por complementariedad de áreas con una mayor riqueza acumulada de especies (Pressey *et al.*, 1993; Howard *et al.*, 1998).

RAREZA LOCAL (RL). El estudio de la rareza es importante en la conservación de la biodiversidad por varias razones, incluyendo las limitaciones impuestas al tener pocas áreas como opciones disponibles para la especie estrechamente distribuida, al intentar representar tantas especies como sea posible para la conservación y poder determinar la prioridad de la conservación (Cromwell, 2004); su estudio facilita la planificación de acciones conservacionistas, considerando que una especie es rara según su extensión geográfica, abundancia local, especificidad del hábitat y ocupación de éste (Benayas, 2009).

La rareza expresada en términos de rango geográfico, es una característica asociada a una mayor vulnerabilidad a la extinción de una especie. La priorización de sitios basada en un criterio de rareza, solo tiene sentido si las especies son consideradas raras a una escala geográfica mayor (Gaston, 1994).

Generalmente, las especies raras son las más vulnerables a la presión humana y con frecuencia indican condiciones ecológicas inusuales. Una especie rara tendrá un mayor riesgo de extinción, puesto que los sitios típicos contienen muchas especies comunes y pocas especies raras que son características importantes de los sitios (Ratcliffe, 1977). Una de las principales consecuencias de la actividad humana en el paisaje es la fragmentación de hábitat natural, lo que originalmente era una superficie continua de vegetación en la actualidad constituye

un conjunto de fragmentos desconectados inmersos en una matriz de uso antrópico; el establecimiento de plantaciones, potreros, carreteras, ciudades, etc., ha contribuido en gran medida al aislamiento de los ambientes naturales (Franklin, 2003 y Andrade, 1998) y es posible que esto genere extinciones locales de las especies.

La identificación de las especies raras es una tarea fundamental debido a que su distribución restringida y/o el pequeño tamaño de sus poblaciones incrementa su riesgo de extinción (Arita *et al.*, 1997). Por otro lado, muchas de ellas presentan una distribución agregada en áreas relativamente pequeñas o en hábitats restringidos, por lo que una alta proporción de dichas especies podría ser protegida en una pequeña porción de terreno (Dobson *et al.*, 1997).

En este sentido, únicamente 49 papilionoideos se encontraron en una localidad (49% son licénidos, 33% ninfálidos, 14 % riodínidos, 2% papiliónidos y 2% piéridos; Fig. 3): *Adelpha basiloides*, *Adelpha iphicleola iphicleola*, *Adelpha paraena massilia*, *Allosmaitia strophius*, *Anteos clorinde*, *Anteos maerula*, *Anteros carausius carausius*, *Anthanassa ardys ardys*, *Anthanassa argentea*, *Aphrissa statira statira*, *Apodemia hypoglauca hypoglauca*, *Apodemia multiplaga*, *Apodemia palmerii australis*, *Archaeoprepona demophon centralis*, *Archaeoprepona demophon occidentalis*, *Atlides gaumeri*, *Battus philenor philenor*, *Bolboneura sylphis sylphis*, *Calephelis arizonensis*, *Calephelis fulmen*, *Calephelis wellingi wellingi*, *Calephelis wrighti*, *Callophrys xami*, *Calycopis clarina*, *Calycopis isobea*, *Calydna sturnula*, *Caria ino ino*, *Caria stillaticia*, *Catasticta nimbice nimbice*, *Celastrina argiolus gozora*, *Chlorostrymon simaethis*, *Chlorostrymon telea*, *Chlosyne janais gloriosa*, *Chlosyne janais janais*, *Chlosyne marina eumeda*, *Chlosyne marina melitaeoides*, *Chlosyne rosita riobalsensis*, *Chlosyne sp.*, *Cissia cleophes*, *Colias eurytheme*, *Cyanophrys miserabilis*, *Cyllopsis sp.*, *Cyllopsis windi*, *Dione moneta poeyii*, *Eunica monima*, *Greta morgane oto*, *Hamadryas guatemalena guatemalena*, *Heraclides thoas autocles* y *Phoebis neocypris virgo*.

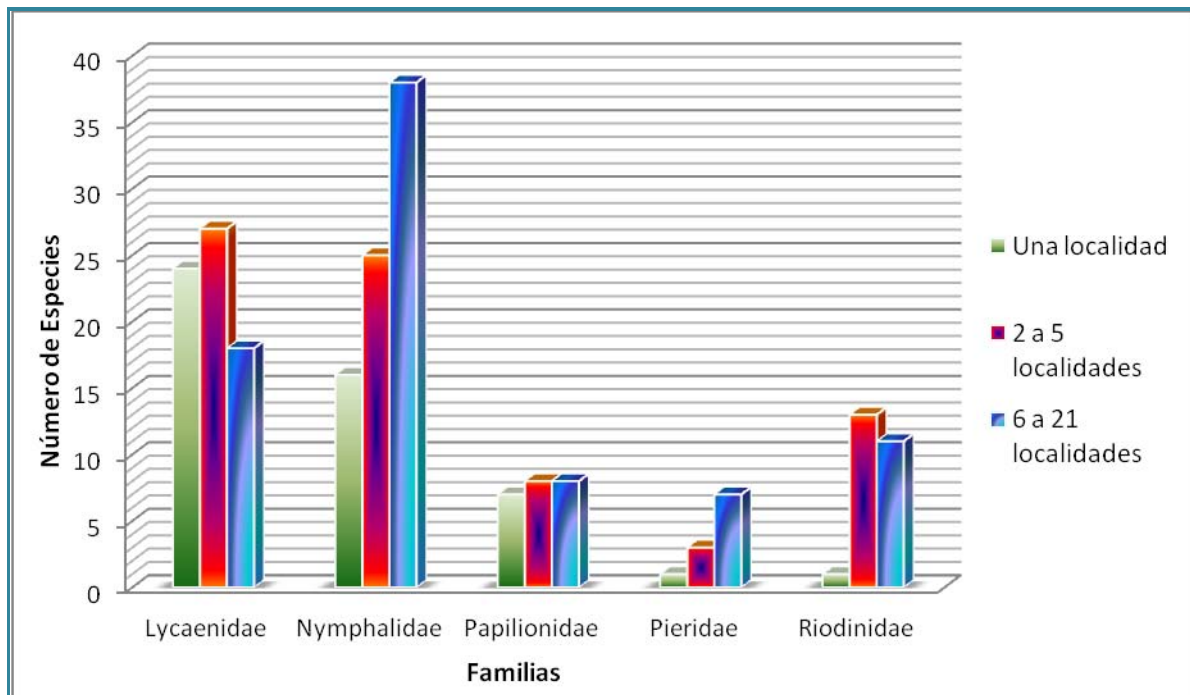
Se registraron 76 especies en dos o cinco localidades, de las cuales el 35% licénidos, 33% son ninfálidos, 17% riodínidos, 11% papiliónidos y 4% para piéridos (Fig. 3): *Cupido comyntas*, *Cyanophrys goodsoni*, *Cyanophrys herodotus*, *Cyanophrys longula*, *Cyanophrys sp.*, *Electrostrymon joya*, *Electrostrymon sangala*, *Erora opisena*, *Ministrymon azia*, *Ministrymon leda*, *Ministrymon phrutus*, *Rekoa*

palegon, Erora gabina, Erora nitetis, Erora subfloreus, Ipidecla miadora, Michaelus ira, Strephonota tephraeus, Strymon bazochii, Panthiades bathildis, Rekoa zebina, Strymon bebrycia, Rekoa marius, Rekoa stagira, Strymon istapa, Thereus oppia, Ocaria ocrisia, Cissia sp., Cissia terrestris, Cyllopsis henshawi hoffmanni, Cyllopsis Nayarit, Cyllopsis perplexa, Cyllopsis pyracmon pyracmon, Dione junio huascuma, Hamadryas feronia farinulenta, Hamadryas guatemalena marmarice, Epiphile adrasta adrasta, Hamadryas amphinome mazai, Heliconius erato cruentus, Lycorea halia atergatis, Marpesia chiron marius, Phyciodes graphica vesta, Phyciodes tharos tharos, Euptoieta claudia daunius, Hamadryas amphinome mexicana, Junonia evarete nigrosuffusa, Manataria hercyna maculata, Phyciodes phaon phaon, Phyciodes sp., Opsiphanes boisduvallii, Prepona laertes octavia, Anthanassa sitalces cortes, Heraclides astyalus pallas, Heraclides ornythion ornythion, Heraclides rogeri pharnaces, Heraclides torquatus mazai, Mimoides ilus branchus, Mimoides thymbraeus aconophos, Papilio polyxenes asterius, Glutophrissa drusilla tenuis, Pieriballia viardi, Leptophobia aripa elodia, Phoebis argante ssp.n., Emesis emesia, Emesis mandana furor, Emesis poeas, Emesis saturata, Emesis vulpina, Emesis zela zela, Juditha molpe, Lasaia sp., Rhetus arcus beutelspacheri, Emesis tegula, Lasaia sessilis, Lasaia sula sula y Synargis mycone.

Finalmente, 82 especies se registraron en seis o 21 localidades (46% ninfálidos, 22% licénidos, 13% riodínidos, 10% papiliónidos y 9% piéridos; Fig. 3): *Agraulis vanillae incarnata, Anartia fatima colima, Anthanassa frisia tulcis, Anthanassa nebulosa alexon, Anthanassa ptolyca amator, Apodemia walkeri, Arawacus jada, Ascia monuste monuste, Asterocampa idyja argus, Baeotis zonata zonata, Baronía brevicornis brevicornis, Battus polydamas polydamas, Biblis hyperia aganisa, Bolboneura sylphis Beatrix, Calephelis nemesis nemesis, Chlosyne ehrenbergii, Chlosyne hippodrome hippodrome, Chlosyne theona theona, Cissia pompilia, Cissia similis, Cyclogramma bacchis, Cyllopsis gemma freeman, Danaus plexippus plexippus, Doxocopa laure laure, Dryas iulia moderata, Echinargus isola, Emesis lupina lupina, Emesis sp., Emesis tenedia, Euptychia fetna, Eurema mexicana mexicana, Eurema salome jamapa, Ganyra josephina josepha, Hamadryas atlantis lelaps, Hamadryas glauconome glauconome, Heraclides cresphontes, Hesperocharis costaricensis pasión, Junonia coenia, Kricogonia lyside, Lasaia maria maria, Marpesia petreus ssp.n., Megisto rubricata anabelae, Melanis*

cephise cephise, Memphis pithyusa pithyusa, Mestra dorcas anymone, Michaelus jebus, Ministrymon clytie, Ministrymon sp., Myscelia ethusa ethusa, Panthiades bitias, Parides erithalion trichopus, Parides photinus, Parrhasius polibetes, Phyciodes mylitta thebais, Phyciodes picta canace, Protographium philolaus philolaus, Pterourus menatius morelius, Pterourus multicaudata multicaudata, Pyrisitia lisa centralis, Smyrna blomfieldia datis, Smyrna karwinskii, Strymon albata, Strymon cestri, Strymon megarus, Strymon rufofusca, Strymon serapio, Strymon sp., Strymon yojoa, Strymon ziba, Taygetis sp., Taygetis thamyra, Taygetis weymeri, Temenis laothoe quilapayunia, Texola anomalus coracara, Theope eupolis, Theope publius incompositus, Thisbe lycorias, Tmolus echion, Vanessa annabella, Vanessa virginiensis, Ziegleria guzanta y Zizula cyna.

Figura 3. Proporción de Papilionoidea con Rareza Local.



En el cuadro 3 se muestra el valor de RL para 57 localidades de las 59 analizadas, las restantes no se representan debido a que tienen valores nulos para este criterio de evaluación. De las diez localidades con los diez valores más altos de la jerarquía, seis están en la RTP o en sus límites (Las Vías, Agua Salada, Las Granadas, El Naranjo, El Tepehuaje y Chimalacatlán) y cuatro están ubicadas fuera de la RTP (Coapango, Tilzapotla, Santiago Temixco y Chiautla).

Cuadro 3. Jerarquía de las localidades con base en su valor total de Rareza Local. (*) Ubicadas dentro de la RTP-120.

J	Localidades	No. de especies presentes en una localidad	Valor	No. de especies presentes en 2 a 5 localidades	Valor	No. de especies presentes en 6 a 21 localidades	Valor	VALOR RL
1	*Las Vías	11	33	39	78	66	66	177
2	Agua Salada	5	15	15	30	49	49	94
3	Coapango	0	0	18	36	45	45	81
4	Las Granadas	2	6	16	32	39	39	77
5	*El Naranjo	5	15	9	18	31	31	64
6	*El Tepehuaje	2	6	8	16	33	33	55
7	Santiago Temixco	0	0	13	26	27	27	53
8	Tilzapotla	3	9	8	16	26	26	51
9	Chiautla	1	3	8	16	31	31	50
10	*Chimalacatlán	2	6	4	8	27	27	41
11	*Los Amates	0	0	8	16	23	23	39
12	Santa María Xuchapa	0	0	7	14	23	23	37
12	Tlancualpicán	1	3	5	10	24	24	37
13	*El Limón	1	3	4	8	25	25	36
14	Agua Fria	2	6	2	4	24	24	34
14	*Cerro San Antonio	1	3	7	14	17	17	34
15	Nexpa	1	3	5	10	17	17	30
16	*Coxcatlán	2	6	4	8	14	14	28
16	*Platanillo	3	9	4	8	11	11	28
17	Santa Fé	0	0	3	6	20	20	26
18	Chontalcoatlán	1	3	3	6	16	16	25
18	*El Vergel	0	0	4	8	17	17	25
18	Jolalpan	0	0	2	4	21	21	25
19	*Juliantla	0	0	5	10	13	13	23
19	*La Tigra	0	0	4	8	15	15	23
19	*Los Sauces	0	0	2	4	19	19	23
19	Quetzalapa	1	3	2	4	16	16	23
20	San José El Potrero	1	3	4	8	11	11	22
21	Valle de Vázquez	1	3	3	6	12	12	21
22	Palmillas	2	6	3	6	7	7	19
23	*La Mina	0	0	2	4	14	14	18
24	Los Elotes	0	0	2	4	13	13	17
24	*Pueblo Viejo	1	3	0	0	14	14	17
25	Puente Marqués	0	0	1	2	13	13	15
26	Ixtlilco El Grande	0	0	2	4	10	10	14
27	Tepexco	0	0	2	4	9	9	13
28	Coahuixtla	0	0	2	4	8	8	12
28	Huehuetlán	0	0	1	2	10	10	12
28	Ixtlilco El Chico	0	0	1	2	10	10	12
28	Michapa	0	0	0	0	12	12	12
28	Teotlalco	0	0	0	0	12	12	12
29	*Pitzotlán	0	0	0	0	10	10	10
30	Chinameca	0	0	0	0	9	9	9
31	Atlahualoya	0	0	0	0	7	7	7
31	Los Linderos	0	0	0	0	7	7	7
31	*Tlamacazapa	0	0	0	0	7	7	7
32	El Pitayo	0	0	1	2	3	3	5
32	La Era	0	0	0	0	5	5	5
33	Aranda	0	0	0	0	4	4	4
33	Axochiapan	0	0	0	0	4	4	4
33	Lorenzo Vázquez	0	0	1	2	2	2	4
34	Río Cuautla	0	0	0	0	3	3	3
34	Víborillas	0	0	0	0	3	3	3
35	Barranca El Almagre	0	0	0	0	2	2	2
35	Cacahuamilpa	0	0	0	0	2	2	2
35	Santa Cruz Achichipico	0	0	1	2	0	0	2
35	Tecolacio	0	0	0	0	2	2	2

Los valores bajos de rareza local pueden deberse a que algunas localidades no cuentan con los recursos alimenticios y del hábitat que requieren las larvas y los adultos de este grupo de insectos, como las condiciones de humedad durante el verano que favorecerían el crecimiento, diversidad y abundancia de la comunidad vegetal, lo cual puede propiciar el establecimiento de más especies y poblaciones mayores de Papilionoidea. A menudo, las poblaciones disjuntas o aisladas poseen adaptaciones únicas o genotipos y alelos importantes debido a presiones más intensas de la selección en afinidades del hábitat (Rajora y Mosseler, 2001).

Las características de protección que provoca la orientación, el relieve topográfico y el diferencial altitudinal compensan microclimáticamente la humedad necesaria para alcanzar condiciones equivalentes a una temperatura y humedad característica de la época lluviosa en la SBC. La familia Lycaenidae prefiere las floraciones en las laderas o en las cimas, que serán lugares con una mayor amplitud del relieve microclimático y la riqueza del hábitat, propiciando interacciones provocadas por el respaldo altitudinal. Las acciones humanas explican la presencia de muchas especies principalmente de las familias Papilionidae y Pieridae, ya que sus poblaciones no ocupan ciertos rangos latitudinales debido a la ausencia de plantas silvestres que sirven de alimento para sus larvas (De la Maza et. al 1995).

RAREZA DEMOGRAFICA (RD). Existen especies que son demográficamente raras, es decir, presentan densidades bajas en toda el área de distribución, aunque ésta sea amplia y no estén asociadas a hábitats muy específicos (Martín-Piera, 1999), por ello es preferible proteger un espacio que posee un número mayor de especies que contiene más especies raras (raras por tener poblaciones escasas o por tener una distribución geográfica reducida) o aquel otro que posee organismos muy diferentes desde el punto de vista genealógico (Moreno, 2001).

El número de especies, las características de la historia natural de cada una de ellas, y algunos aspectos ecológicos como su abundancia o especificidad de nicho, permiten hacer aproximaciones sobre el estado de conservación de los sitios (Cromwell, 2004).

Cody (1986) sugiere que tanto la diversidad como la incidencia de especies raras dependen tanto de las características del hábitat, como de las características propias de cada taxón. Las especies que presentan distintas formas de rareza (local o demográfica, en este estudio), tienen tolerancia a cambios ambientales y formas específicas de dispersión, entre otras características biológicas Rabinowitz *et al.* (1986).

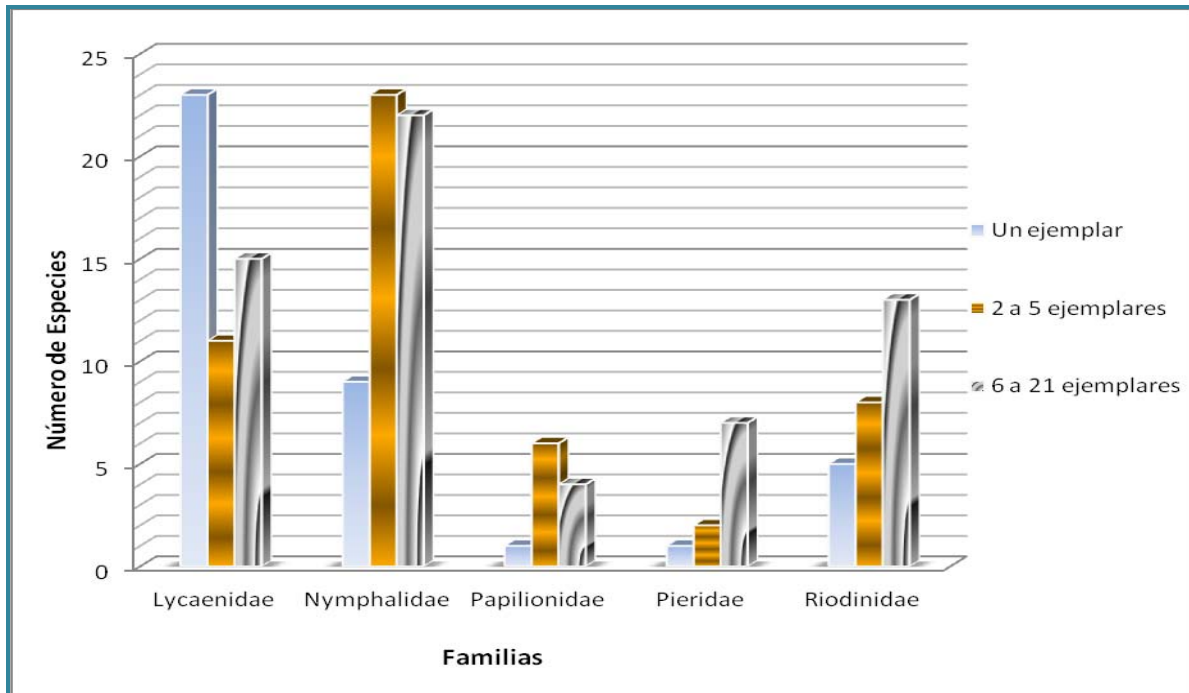
En el área de estudio se obtuvo el registro de 39 especies con un ejemplar capturado (59% fueron licénidos, 23% ninfálidos, 13% riodínidos, 3% piéridos y papiliónidos 2%; Fig. 4): *Adelpha paraena massilia*, *Atlides gaumeri*, *Calephelis wrighti*, *Callophrys xami*, *Calycopis clarina*, *Chlorostrymon telea*, *Chlosyne janais gloriosa*, *Chlosyne sp.*, *Colias eurytheme*, *Cyanophrys Herodotus*, *Cyllopsis windi*, *Emesis saturata*, *Eroria gabina*, *Eroria nitetis*, *Eroria opisena*, *Hamadryas guatemalena guatemalena*, *Heraclides torquatus mazai*, *Ipidecla miadora*, *Juditha molpe*, *Lasaia sp.*, *Lasaia sula sula*, *Lycorea halia atergatis*, *Marpesia chiron marius*, *Michaelus jebus*, *Ministrymon leda*, *Ministrymon phrutus*, *Ministrymon sp.*, *Parrhasius polibetes*, *Prepona laertes octavia*, *Rekoa marius*, *Rekoa stagira*, *Strymon albata*, *Strymon megarus*, *Strymon serapio*, *Strymon ziba*, *Thereus oppia*, *Tmolus echion*, *Vanessa annabella* y *Ziegleria guzanta*.

Para otras 50 especies se registraron de dos a cinco ejemplares (Fig. 4), de las cuales, el 46% son ninfálidos, 22% licénidos, 16% riodínidos, 12% papiliónidos y el 4% son piéridos: *Adelpha basiloides*, *Anteros carausius carausius*, *Apodemia multiplaga*, *Apodemia palmerii australis*, *Archaeoprepona demophon centralis*, *Archaeoprepona demophon occidentalis*, *Battus philenor philenor*, *Bolboneura sylphis sylphis*, *Calephelis wellingi wellingi*, *Calycopis isobea*, *Chlosyne janais janais*, *Chlosyne marina eumeda*, *Chlosyne marina melitaeoides*, *Cissia cleophes*, *Cissia terrestris*, *Cyanophrys goodsoni*, *Cyanophrys sp.*, *Cyllopsis sp.*, *Electrostrymon joya*, *Electrostrymon sangala*, *Euptoieta claudia daunius*, *Glutophrissa drusilla tenuis*, *Greta morgane oto*, *Hamadryas amphinome mazai*, *Hamadryas amphinome mexicana*, *Hamadryas feronia farinulenta*, *Heliconius erato cruentus*, *Heraclides astyalus pallas*, *Heraclides ornythion ornythion*, *Heraclides rogeri pharnaces*, *Lasaia sessilis*, *Manataria hercyna maculata*, *Michaelus ira*, *Mimoides ilus branchus*, *Phyciodes graphica vesta*, *Phyciodes phaon phaon*,

Pieriballia viardi, *Pterourus menatius morelius*, *Rekoa palegon*, *Smyrna karwinskii*, *Strephonota tephraeus*, *Strymon bazochii*, *Strymon cestri*, *Strymon sp.*, *Synargis mycone*, *Taygetis sp.*, *Temenis laothoe quilapayunia*, *Theope eupolis*, *Theope publius incompositus* y *Vanessa virginiensis*.

Se registraron 61 especies con seis a 21 ejemplares capturados (Fig. 4), de las cuales el 36% pertenecen a ninfálidos, 25% licénidos, 21% riodínidos, 11% piéridos y el 7% papiliónidos: *Adelpha iphicleola iphicleola*, *Allosmaitia strophius*, *Anteos clorinde*, *Anteos maerula*, *Anthanassa ardys ardys*, *Anthanassa argentea*, *Aphrissa statira statira*, *Apodemia hypoglauca hypoglauca*, *Calephelis arizonensis*, *Calephelis fulmen*, *Calydna sturnula*, *Caria ino ino*, *Caria stillaticia*, *Catasticta nimbice nimbice*, *Celastrina argiolus gozora*, *Chlorostrymon simaethis*, *Chlosyne rosita riobalsensis*, *Cissia sp.*, *Cupido comyntas*, *Cyanophrys longula*, *Cyanophrys miserabilis*, *Cyllopsis henshawi hoffmanni*, *Cyllopsis nayarit*, *Cyllopsis perplexa*, *Cyllopsis pyracmon pyracmon*, *Dione junio huascuma*, *Dione moneta poeyii*, *Emesis emesia*, *Emesis mandana furor*, *Emesis poeas*, *Emesis vulpina*, *Emesis zela zela*, *Epiphile adrasta adrasta*, *Erora subflorens*, *Eunica monima*, *Hamadryas guatemalena marmarice*, *Heraclides thoas autocles*, *Junonia evarete nigrosuffusa*, *Leptophobia aripa elodia*, *Memphis pithyusa pithyusa*, *Mimoides thymbraeus aconophos*, *Ministrymon azia*, *Opsiphanes boisduvallii*, *Panthiades bathildis*, *Panthiades bitias*, *Papilio polyxenes asterius*, *Phoebis argante ssp.n.*, *Phoebis neocypris virgo*, *Phyciodes sp.*, *Phyciodes tharos tharos*, *Protographium philolaus philolaus*, *Rekoa zebina*, *Rhetus arcus beutelspacheri*, *Smyrna blomfildia datis*, *Strymon bebrycia*, *Strymon istapa*, *Strymon yojoa*, *Taygetis thamyra*, *Taygetis weymeri*, *Thisbe lycorias* y *Zizula cyna*.

Figura 4. Composición de papilionoideos con Rareza Demográfica.



Las proporciones de abundancia por familia coinciden con trabajos realizados en áreas tropicales, por debajo de los 1,800 m de altitud, en donde la mayoría de las especies de papiliónidos y licénidos presentan densidades bajas. Lycaenidae es una familia muy diversa pero con poblaciones reducidas, a diferencia de los piéridos que están menos diversificados pero tienen poblaciones mayores, son más grandes, y fáciles de recolectar y observar (Ehrlich, 1960). Además, Pieridae se caracteriza por contener especies colonizadoras, que son favorecidas con la perturbación de las selvas bajas, debido a que sus larvas están asociadas a plantas secundarias de gran éxito. De acuerdo con Apaza (2005), algunas especies toleran la presión antrópica y mantienen su abundancia; mientras que la mayoría de las especies en ecosistemas naturales de regiones concretas se ven afectadas negativamente por las actividades humanas (agroforestales o urbanísticas) haciéndose más raras, otras especies son influidas positivamente incrementando sus poblaciones y/o su extensión geográfica (Palomino y Carrascal, 2005).

Una elevada diversidad no necesariamente está correlacionada con una gran proporción de especies raras (Prendergast *et al.*, 1993; Williams *et al.*, 1996; Goldstein, 1997); existen numerosos casos de faunas “pobres” que presentan un alto grado de endemismos, como el caso de algunas zonas de media o alta montaña, algunas zonas áridas o la fauna de algunas islas o cuevas (Kerr, 1997).

La actuación del hombre sobre los ecosistemas a través del uso del territorio también ha influido sobre los patrones naturales, de manera que ha conducido a la contracción de las áreas de distribución y a la reducción de los tamaños poblacionales de algunas especies, llegando incluso hasta su total extinción (Carrascal y Palomino, 2006).

Con base en el análisis de la RD de los papilionoideos del área de estudio (Cuadro 4), los diez primeros lugares en la jerarquización correspondieron a seis localidades ubicadas en la RTP-120 (Las Vías, Agua Salada, El Naranjo, El Tepehuaje, Cerro de San Antonio y Los Amates) y cinco fuera de ella (Las Granadas, Coapango, Santiago Temixco, Chiautla y Tilzapotla).

Los asentamientos humanos en las localidades con los valores más bajos producen cambios en la fauna, que se traducen en disminución de la riqueza y abundancia de especies representativas; este fenómeno se debe a la existencia de hábitats sensibles a la perturbación por fragmentaciones de la vegetación, quedando solamente especies tolerantes a los hábitats intervenidos (Robinson, 1996).

En las localidades donde se registró la menor abundancia, se observó el efecto del impacto humano en el hábitat, pues gran parte del área se ha transformado en tierras de cultivo (maíz, sorgo, jitomate y otros) y zonas de pastoreo para ganado vacuno y ovino, por lo que son frecuentes zonas de vegetación secundaria, con pocos manchones de selva caducifolia original, favoreciendo exclusivamente a los piéridos y afectando directamente a las poblaciones de licénidos (Luna-Reyes *et al.*, 2008). Es probable que muchas de estas especies no se vuelvan a recolectar en la zona durante mucho tiempo, debido a su rareza relativa y al hecho de que no se reconoce su status de residencia (Luna-Reyes *et al.*, 2008); la información sobre sus plantas hospederas podría ayudar a explicar su presencia y distribución geográfica (Andrade, 2002).

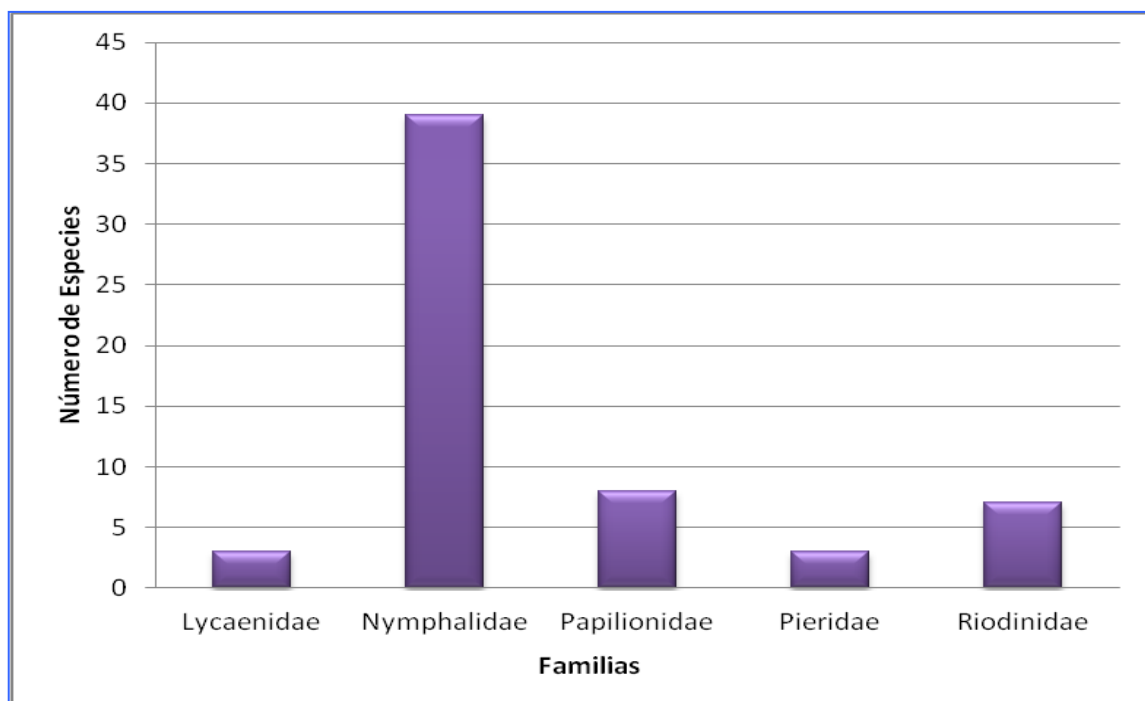
Cuadro 4. Jerarquía de las 52 localidades de acuerdo con sus valores de Rareza Demográfica (RD); (*) ubicadas dentro de la RTP-120.

J	Localidad	No. de especies con:						
		Un ejemplar	Valor	2 a 5 ejemplares	Valor	6 a 21 ejemplares	Valor	Valor RD
1	*Las Vías	10	30	20	40	40	40	110
2	Agua Salada	2	6	10	20	21	21	47
3	Las Granadas	2	6	4	8	25	25	39
4	Coapango	0	0	6	12	24	24	36
5	*El Naranjo	4	12	7	14	10	10	36
5	*El Tepehuaje	2	6	5	10	11	11	27
6	Santiago Temixco	0	0	7	14	12	12	26
7	Chiautla	1	3	5	10	9	9	22
8	Tilzapotla	2	6	2	4	11	11	21
9	*Cerro San Antonio	1	3	5	10	7	7	20
10	*Los Amates	0	0	3	6	13	13	19
11	*Platanillo	2	6	3	6	6	6	18
12	*Chimalacatlán	2	6	1	2	9	9	17
12	*Coxcatlán	2	6	2	4	7	7	17
12	Tlancualpicán	1	3	3	6	8	8	17
13	*El Limón	1	3	2	4	7	7	14
13	Nexpa	1	3	2	4	7	7	14
13	Palmillas	1	3	4	8	3	3	14
13	Santa María Xuchapa	0	0	2	4	10	10	14
14	Agua Fría	1	3	2	4	6	6	13
15	Chontalcoatlán	1	3	0	0	8	8	11
16	Quetzalapa	0	0	1	2	8	8	10
16	San José El Potrero	1	3	1	2	5	5	10
16	Valle de Vázquez	1	3	1	2	5	5	10
17	Jolalpan	0	0	1	2	7	7	9
17	*Juliantla	0	0	3	6	3	3	9
17	Los Sauces	0	0	2	4	5	5	9
18	*La Tigra	0	0	1	2	6	6	8
19	Coahuixtla	0	0	2	4	3	3	7
19	*La Mina	0	0	0	0	7	7	7
19	Santa Fé	0	0	0	0	7	7	7
20	Ixtlilco El Grande	0	0	2	4	2	2	6
20	*Pueblo Viejo	1	3	0	0	3	3	6
21	*El Vergel	0	0	1	2	3	3	5
21	Los Elotes	0	0	0	0	5	5	5
22	Tepexco	0	0	1	2	2	2	4
23	Chinameca	0	0	0	0	3	3	3
23	El Pitayo	0	0	0	0	3	3	3
23	Huehuetlán	0	0	1	2	1	1	3
23	Ixtlilco El Chico	0	0	1	2	1	1	3
23	Michapa	0	0	0	0	3	3	3
24	Atlahualoya	0	0	0	0	2	2	2
24	La Era	0	0	0	0	2	2	2
24	Lorenzo Vázquez	0	0	1	2	0	0	2
24	*Pitzotlán	0	0	0	0	2	2	2
24	Puente Marqués	0	0	0	0	2	2	2
24	*Tlamacazapa	0	0	0	0	2	2	2
25	Aranda	0	0	0	0	1	1	1
25	Cacahuamilpa	0	0	0	0	1	1	1
25	Río Cuautla	0	0	0	0	1	1	1
25	Santa Cruz Achichipico	0	0	0	0	1	1	1
25	Teotlalco	0	0	0	0	1	1	1

ENDEMICIDAD (E). Las selvas secas del pacífico mexicano, como la SBC del área de estudio, son fundamentales para la conservación debido a que contienen 50% de las especies endémicas de mariposas diurnas, y probablemente un 5% más de nuevos reportes y taxa desconocidos para la ciencia (De la Maza, 2010).

Sesenta especies tuvieron algún valor de endemividad; la figura 5 muestra la composición de las familias de Papilionoideos para este criterio donde la mayoría es Nymphalidae (65%), Papilionidae (13%), Riodinidae (12%), y Pieridae y Lycaenidae con 5% cada una.

Figura 5. Especies de papilionoideos en el criterio de Endemividad.



Del total, 41 especies son endémicas a México: *Anartia fatima colima*, *Anthanassa nebulosa alexon*, *Anthanassa ptolyca amator*, *Anthanassa sitalces cortes*, *Apodemia palmerii australis*, *Archaeoprepona demophon occidentalis*, *Baronia brevicornis brevicornis*, *Bolboneura sylphis beatrix*, *Caria stillaticia*, *Catasticta nimbice nimbice*, *Chlosyne ehrenbergii*, *Chlosyne janais janais*, *Chlosyne marina eumeda*, *Chlosyne marina melitaeoides*, *Chlosyne rosita riobalsensis*,

Chlosyne theona theona, *Cissia cleophes*, *Cyllopsis henshawi hoffmanni*, *Cyllopsis nayarit*, *Cyllopsis perplexa*, *Cyllopsis windi*, *Emesis poeas*, *Emesis zela zela*, *Euptychia fetna*, *Hamadryas amphinome mazai*, *Hamadryas atlantis lelaps*, *Hamadryas guatemalena marmarice*, *Heliconius erato cruentus*, *Heraclides torquatus mazai*, *Ipidecla miadora*, *Marpesia petreus ssp.n.*, *Megisto rubricata anabelae*, *Mimoides thymbraeus aconophos*, *Myscelia cyananthe cyananthe*, *Parides erithalion trichopus*, *Phyciodes pallescens*, *Protographium epidaus fenochionis*, *Pterourus menatius morelius*, *Rhetus arcus beutelspacheri*, *Temenis laothoe quilapayunia*, *Texola anomalus coracara* y *Texola elada elada*.

Solo tres especies fueron consideradas como endémicas restringidas, ya que se distribuyen en una o dos regiones biogeográficas: *Baronia brevicornis brevicornis* que habita solo la Depresión del Balsas (BAL), *Heraclides torquatus mazai* que se distribuye en la Costa del Pacífico y en BAL, y *Texola anomalus coracara* que se encuentra en las regiones de la Sierra Madre del Sur y del BAL. Además, 19 especies se catalogaron como cuasiendémicas: *Agraulis vanillae incarnata*, *Arawacus jada*, *Bolboneura sylphis sylphis*, *Calephelis arizonensis*, *Cyllopsis gemma freemani*, *Cyllopsis pyracmon pyracmon*, *Heraclides ornythion ornythion*, *Heraclides rogeri pharnaces*, *Hesperocharis costaricensis pasion*, *Junonia evarete nigrosuffusa*, *Lasaia maria maria*, *Ministrymon leda*, *Myscelia ethusa ethusa*, *Phyciodes graphica vesta*, *Phyciodes picta canace*, *Pindis squamistriga*, *Pyrisitia lisa centralis* y *Vanessa annabella*.

En el Cuadro 5 se muestra la jerarquía de las 58 localidades que obtuvieron puntaje en este criterio de evaluación. Entre los valores más altos destacan siete localidades ubicadas dentro de la RTP-120 (Las Vías, Agua Salada, El Naranja, El Tepehuaje, Chimalacatlán, El Limón y Los Sauces), y tres que se encuentran fuera del área protegida (Coapango, Chiautla y Santa María Xuchapa).

Cuadro 5. Jerarquía de las 58 localidades de acuerdo con su valor total de Endemicidad; (*) ubicadas dentro de la RTP-120.

J	Localidades	Endémicas Restringidas	Valor	Endémicas a México	Valor	Cuasiendémicas	Valor	Valor E
1	*Las Vías	2	6	25	50	10	10	66
2	Coapango	0	0	12	24	8	8	32
3	*Agua Salada	1	3	10	20	8	8	31
3	*El Naranjo	0	0	13	26	5	5	31
4	*El Tepehuaje	1	3	10	20	7	7	30
5	Chiautla	2	6	9	18	5	5	29
6	Santa María Xuchapa	0	0	11	22	5	5	27
7	Las Granadas	0	0	10	20	6	6	26
8	*Chimalacatlán	1	3	8	16	6	6	25
8	*El Limón	1	3	8	16	6	6	25
9	Santa Fé	1	3	8	16	5	5	24
10	*Los Sauces	0	0	9	18	4	4	22
10	Nexpa	1	3	9	18	1	1	22
10	Tilzapotla	2	6	8	16	0	0	22
11	*Coxcatlán	0	0	8	16	4	4	20
12	*Los Amates	0	0	8	16	3	3	19
13	Agua Fria	1	3	5	10	4	4	17
13	Huehuetlán	2	6	5	10	1	1	17
13	Jolalpan	0	0	8	16	1	1	17
13	Tlancualpicán	0	0	6	12	5	5	17
14	*Cerro San Antonio	0	0	6	12	4	4	16
14	*El Vergel	1	3	5	10	3	3	16
14	Los Elotes	2	6	4	8	2	2	16
14	Teotlalco	2	6	4	8	2	2	16
15	Chontalcoatlán	1	3	5	10	2	2	15
15	Los Linderos	0	0	7	14	1	1	15
16	Puente Marqués	1	3	3	6	5	5	14
16	Valle de Vázquez	1	3	4	8	3	3	14
17	Chinameca	0	0	6	12	1	1	13
18	*Juliantla	0	0	4	8	4	4	12
19	Ixtlilco El Grande	1	3	3	6	1	1	10
19	Quetzalapa	0	0	3	6	4	4	10
20	San José El Potrero	0	0	4	8	1	1	9
21	Ixtlilco El Chico	0	0	2	4	4	4	8
21	Pamillas	0	0	4	8	0	0	8
21	*Pueblo Viejo	0	0	3	6	2	2	8
21	Tepexco	1	3	2	4	1	1	8
22	*La Mina	0	0	2	4	3	3	7
23	Michapa	0	0	3	6	1	1	7
23	Santiago Temixco	0	0	1	2	5	5	7
24	Coahuixtla	0	0	2	4	2	2	6
24	El Pitayo	0	0	2	4	2	2	6
24	*Platanillo	0	0	2	4	2	2	6
24	*Quilamula	0	0	2	4	2	2	6
25	Atlahualoya	0	0	2	4	1	1	5
25	*La Tigra	0	0	2	4	1	1	5
25	Tecolacio	0	0	2	4	1	1	5
26	Barranca El Almagre	0	0	2	4	0	0	4
26	Cacahuamilpa	0	0	2	4	0	0	4
26	El Transformador	0	0	2	4	0	0	4
26	La Era	0	0	2	4	0	0	4
26	*Tlamacazapa	0	0	1	2	2	2	4
27	Aranda	0	0	1	2	1	1	3
27	Lorenzo Vázquez	0	0	1	2	1	1	3
28	Axochiapan	0	0	0	0	2	2	2
28	Río Cuautla	0	0	1	2	0	0	2
28	Santa Cruz Achichipico	0	0	1	2	0	0	2
29	*Pitzotlán	0	0	0	0	1	1	1

Gaston y Spicer (1998) mencionan que es común que las áreas con un alto grado de endemismo sean simultáneamente áreas de alta diversidad. Sin embargo, en México las áreas geográficas más ricas en especies y endemismos de mariposas se ubican en un mosaico de ambientes conservados y subalterados, caracterizados por una gran heterogeneidad fisiográfica, climática y vegetacional (Luis *et al.*, 1995); además, la riqueza de Papilionoidea sigue un patrón diferente al del endemismo. La mayor riqueza se ha encontrado en la región sureste del país, principalmente asociada al bosque tropical perennifolio. En el pasado, esta vegetación cubrió el 12.8% del territorio nacional (Rzedowski, 1978); aunque en la actualidad únicamente ocupa entre un 10 y 15% de su superficie original, contiene más del 50% de las especies de papilionoideos registrados en México (Salinas, 1999).

Por el contrario, los endemismos son proporcionalmente mayores en la mitad norte y occidente del país; Llorente (1984) señala que la fauna endémica está asociada principalmente a comunidades xéricas del noroccidente de México y a los bosques húmedos de montaña, cuya distribución archipelágica en las diferentes cadenas montañosas ha propiciado procesos de especiación, cuyos eventos se pueden observar en diferentes grupos de plantas y animales, donde existen barreras ecológicas que limitan su dispersión y su distribución continua.

ESPECIES CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN (EPC). Las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción generalmente llaman la atención, ya sea para fines comerciales por su demanda de mercado, o porque causan un sentimiento especial en el humano con relación a su protección. Son especies que crecen en hábitats restringidos, a los cuales están peculiarmente adaptados; generalmente se trata de especies con alguna especialización extrema (Zavala 2002).

La categorización del estatus de conservación tiene como principal propósito identificar el grado de amenaza de las especies, con el objetivo de evitar extinciones futuras y contribuir a la conservación de la biodiversidad a escala global (Pearman, 2002; Butchart *et al.*, 2004). El estatus de conservación de especies según aparecen en las listas rojas está siendo utilizado para identificar, definir, priorizar y contrastar el valor de áreas de conservación (Hilty y Merenlender, 2000). Entonces se presenta la paradoja de que las áreas que no acogen a especies amenazadas no son

susceptibles de ser prioritarias en su conservación, a pesar de presentar elevados niveles de endemidad; originalidad faunística, o ser muy importantes en procesos ecológicos entre organismos y ambiente (interacciones entre organismos, competencia, asociaciones florísticas o faunísticas, frugivoría y dispersión de semillas, etc.); originalidad de procesos ecofisiológicos y de adaptación a condiciones estresantes de temperatura o humedad; migraciones y áreas de atracción de muchas especies y procesos biogeográficos (Carrascal y Palomino, 2006).

De acuerdo con la NOM-059-ECOL-2010, las únicas especies de papilionoideos sujetas a protección especial son *Pterorus esperanza* (mariposa esperanza) y *Danaus plexippus plexippus* (mariposa monarca).

La mariposa esperanza es una especie amenazada, extremadamente rara y solo se ha encontrado en una localidad en la Sierra de Juárez, en el norte de Oaxaca, y se considera como una especie muy vulnerable al impacto humano.

La mariposa monarca está sujeta a protección especial por lo que se han generado esfuerzos por conservar sus áreas de hibernación en la Sierra Volcánica Transversal, principalmente en los estados de México y Michoacán. En este caso particular, no es la especie en sí la que está en peligro, sino su migración y la formación de enormes agrupaciones para hibernar en los santuarios.

Danaus plexippus plexippus es la única que se distribuye en algunas localidades estudiadas en la Depresión del Balsas (Cuadro 6); hasta el momento solo se ha encontrado en 14 de las 59 localidades que abarca este estudio, como Viborillas, La Mina y Michapa que en atributos anteriores tuvieron puntajes muy bajos o nulos.

Como en la mayor parte de los grupos animales y vegetales, la conservación de la diversidad de las mariposas depende de la conservación de sus hábitats, de su continuidad y de la estabilidad del ecosistema. Cambios ligeros en el hábitat pueden causar extinciones locales; desafortunadamente no existen inventarios y estudios profundos de larga duración sobre el efecto cuantitativo y cualitativo de las alteraciones poblacionales sobre las mariposas que deriven de distintos tipos de uso

de los ambientes naturales o como para incluir a una especie en las categorías de algún listado de conservación (Meave del Castillo *et al.*, 2000).

Cada vez más, se está enfatizando la necesidad de definir prioridades de conservación en la red de áreas protegidas en función de una adición jerarquizada de espacios según su singularidad taxonómica, diversidad de diferentes taxa, endemidad, etc. (Vane- Wright *et al.*, 1991; Posadas *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2000).

Cuadro 6. Localidades donde existen Especies con Problemas de Conservación; (*) ubicadas dentro de la RTP-120.

Localidades	Valor EPC
*Las Vías	1
*Agua Salada	1
*El Tepehuaje	1
Chiautla	1
*Chimalacatlán	1
Santa María Xuchapa	1
Tlancualpicán	1
Jolalpan	1
*La Tigra	1
*La Mina	1
Ixtlilco El Chico	1
Michapa	1
Axochiapan	1
Viborillas	1

EVALUACIÓN DE VALORES TOTALES. En el Cuadro 7 se presenta un resumen de los valores de los cinco criterios de evaluación y la posición final de las 59 localidades analizadas en este estudio.

De manera general, las localidades que tuvieron los primeros diez lugares en la sumatoria y jerarquización final, prácticamente fueron aquellas que tuvieron los valores más altos para cada criterio analizado. La mayoría se ubican en zonas montañosas, algunas de ellas en cañadas donde la humedad y la temperatura son mayores a las de las áreas circundantes, en las que existen ríos temporales (o permanentes como en Agua Salada localizada a orillas del río Amacuzac), y en las que el relieve accidentado no es el adecuado para las actividades agropecuarias; estos factores favorecen el desarrollo de la flora y de la fauna asociada, como los papilionoideos. Por el contrario, las localidades ubicadas en zonas planas con montañas de menor altitud con mayor actividad humana y en las que no existen cuerpos de agua como El Tepehuaje y Chiautla, ocupan posiciones inferiores en la jerarquía.

De las diez localidades con mayor puntaje, seis corresponden al estado de Guerrero, tres a Morelos y uno a Puebla (Cuadro 7); solo la mitad de ellas se localizan dentro de la RTP-120.

Entre todas las localidades analizadas, Las Vías destaca de manera sobresaliente pues tuvo casi el doble del puntaje que Agua Salada que es el sitio con el segundo puesto en la jerarquía final, y más de veinte veces el valor del último lugar (El Transformador).

En Las Vías existe una cañada donde se conserva la humedad y temperatura favorables para la gran diversidad lepidopterofaunística del sitio y los cultivos agrícolas son casi inexistentes en las aéreas adyacentes al lugar.

Cuadro 7. Jerarquía Final de las localidades de acuerdo con los valores obtenidos en cada criterio de evaluación; (*) ubicadas dentro de la RTP-120.

J	Localidades	R	RL	RD	E	EPC	Valores Totales
1	*Las Vías	59	177	110	66	1	413
2	Agua Salada	58	94	47	31	1	231
3	Coapango	57	81	36	32	0	206
4	Las Granadas	56	77	39	26	0	198
5	*El Naranjo	54	64	36	31	0	185
6	*El Tepehuaje	56	55	27	30	1	169
7	Chiautla	55	50	22	29	1	157
8	Tilzapotla	51	51	21	22	0	145
9	Santiago Temixco	53	53	26	7	0	139
10	*Chimalacatlán	52	41	17	25	1	136
11	Santa María Xuchapa	49	37	14	27	1	128
12	*El Limón	50	36	14	25	0	125
13	*Los Amates	45	39	19	19	0	122
14	Tlancualpicán	49	37	17	17	1	121
15	Agua Fría	48	34	13	17	0	112
15	*Cerro San Antonio	42	34	20	16	0	112
15	Nexpa	46	30	14	22	0	112
16	Santa Fé	46	26	7	24	0	103
17	*Coxcatlán	37	28	17	20	0	102
18	*Los Sauces	47	23	9	22	0	101
19	Jolalpan	44	25	9	17	1	96
20	Chontalcoatlán	41	25	11	15	0	92
21	*El Vergel	45	25	5	16	0	91
22	Valle de Vázquez	43	21	10	14	0	88
23	*Platanillo	34	28	18	6	0	86
24	Quetzalapa	36	23	10	10	0	79
24	San José El Potrero	38	22	10	9	0	79
25	Los Elotes	40	17	5	16	0	78
26	*La Tigra	39	23	8	5	1	76
27	*Juliantla	31	23	9	12	0	75
28	Ixtlilco El Grande	40	14	6	10	0	70
28	Pamillas	29	19	14	8	0	70
29	Huehuetlán	37	12	3	17	0	69
30	*Pueblo Viejo	37	17	6	8	0	68
30	Teotlalco	39	12	1	16	0	68
31	Puente Marqués	35	15	2	14	0	66
32	*La Mina	30	18	7	7	1	63
33	Chinameca	34	9	3	13	0	59
33	Ixtlilco El Chico	35	12	3	8	1	59
34	Tepexco	32	13	4	8	0	57
35	Michapa	33	12	3	7	1	56
36	Coahuixtla	25	12	7	6	0	50
37	Los Linderos	27	7	0	15	0	49
38	*Pitzotlán	32	10	2	1	0	45
39	Atlahualoya	28	7	2	5	0	42
40	El Pitayo	26	5	3	6	0	40
41	La Era	23	5	2	4	0	34
42	Lorenzo Vázquez	24	4	2	3	0	33
43	*Quilamula	25	0	0	6	0	31
43	*Tlamacazapa	18	7	2	4	0	31
44	Aranda	22	4	1	3	0	30
45	Axochiapan	21	4	0	2	1	28
46	Cacahuamilpa	19	2	1	4	0	26
46	Río Cuahtla	20	3	1	2	0	26
47	Santa Cruz Achichipico	20	2	1	2	0	25
48	Barranca El Almagre	18	2	0	4	0	24
48	Tecolacio	17	2	0	5	0	24
49	Viborillas	19	3	0	0	1	23
50	El Transformador	16	0	0	4	0	20

En términos generales, el número de especies registrado en Las Vías (153) corresponde al 62% de la riqueza total, con tan sólo el 11.73% de los ejemplares capturados (2,205); alberga 11 especies que no fueron registradas en otro sitio del área de estudio (raras localmente o exclusivas), principalmente de licénidos (ocho), ninfálidos (dos) y riodínidos (una especie): *Atlides gaumeri*, *Cissia terrestris*, *Cyllopsis windi*, *Erora gabina*, *Erora nitetis*, *Lasaia sula sula*, *Ministrymon phrutus*, *Parrhasius polibetes*, *Rekoa marius*, *Rekoa stagira* y *Thereus oppia*, cuya protección podría garantizar, por tanto, la de muchos otros organismos; es común observar que cuando la diversidad disminuye también lo hace el porcentaje de exclusividad (Andrade, 2002).

En Las Vías también hubo diez especies con un solo ejemplar (ocho especies de Lycaenidae, una de Nymphalidae y otra de Riodinidae), dos de las tres especies consideradas como endémicas restringidas (*Baronia brevicornis brevicornis* y *Texola anomalus coracara*), además de 25 especies endémicas a México y la única especie con problemas de conservación (*Danaus plexippus plexippus*).

CONCLUSIONES

☞ La evaluación de la riqueza, rareza, endemidad y especies amenazadas de la fauna de Papilionoidea en esta porción de la Depresión del Balsas muestra que la distribución de mariposas no es homogénea en toda la extensión del área de estudio (estados de Puebla, Morelos y Guerrero).

☞ La ubicación geográfica de las localidades que tuvieron las comunidades de papilionoideos con mayor valor biológico, sugiere que la selva baja caducifolia está mejor conservada en la porción norte del estado de Guerrero. En particular, en la localidad de Las Vías y sus alrededores.

☞ A diferencia de lo que se esperaba, este análisis indica que existen áreas con valor de conservación alto que no están incluidas en la RTP-120.

☞ El método empleado permite obtener de manera sencilla resultados confiables sobre cuáles son las áreas de mayor biodiversidad o prioritarias para la conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Abundis, S. A. 2003. Evaluación del valor de conservación de áreas similares en la región del Alto Balsas, con base en un estudio ornitológico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 56 p.

Andrade, C. 1998. Estudio de conservación y Biodiversidad de las mariposas en dos zonas de bosque primario y secundario en Colombia. *Revista SHILAP*. Madrid España. 22 (86): 147-181.

Andrade, C. 2002. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia *Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PriBES*. COSTA, C., S. A. VANIN, J. M. LOBO y A. MELIC (Eds.). SEA, Zaragoza, España, Julio-2002. 2: 153–172.

Apaza, T. M. A., 2005. Evaluación del grado de amenaza al hábitat a través de bioindicadores (lepidópteros) en dos comunidades dentro del área de influencia del PN ANMI MADIDI. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia 124 p.

Argueta, A. (coord.).1994. *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana*. Tomos I, II y III. Instituto Nacional Indigenista, México

Arias, D. M., O. Dorado, y B. Maldonado. 2002. Biodiversidad e Importancia de la Selva Baja Caducifolia. *Biodiversitas* 7 (45): 7-11. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad* (CONABIO). México.

Arita, H. T., F. Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez, y K. Santos-Del-Prado. 1997. Geographical range size and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology*, 11: 92-100.

Ávalos, H. O. 2007. Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamula en el Área de reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 23(1): 139-169

Benayas, J. M. 2009. *Investigación y ciencia*. Madrid. pág.: 62-69

Bibby, C. J., N. J. Collar, M. J. Crosby, M. F. Health, C. I. Mendenhall, T. H. Johnson, A. J. Long, A. J. Stattersfield y S. J. Thirgood. 1992. *Putting Biodiversity on the Map: priority areas for global conservation*. International Council for Bird Preservation. Cambridge. 90 p.

Bustamante. J. L. 2009. Análisis de la distribución geográfica de papilionoideos de la parte oriental de la cuenca del Balsas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM 59 p.

Butchart, S. H. M., A. J. Stattersfield, L. A. Bennun, S. M. Shutes, H. R. Akçakaya, J. E. Baillie, M. S. N. Stuart, C. Hilton-Taylor y C. M. Mace, 2004. Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PloS Biology*, 2(12):e383.doi:10.1371/journal.pbio.0020383.

Carrascal L. M., y D. Palomino. 2006. Rareza, estatus de conservación y sus determinantes ecológicos. Revisión de su aplicación a escala regional. *Graellsia* (número extraordinario), 62: 523-538.

Coddington, J. A., Ch. E. Griswold, D. Silva, E. Peñaranda y S. Scott, 1996. Designing and testing samplings protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. pág. 44-60. En: Duddley, E. C. (Ed.) *The unity of evolutionary Biology: Proceedings of the fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*. Dioscorides Press. Portland Or., 2 vols.

Cody M. L. 1986. Diversity, rarity and conservation in Mediterranean-Climate regions. pág.: 122-152. En: Soulé M. E Ed. *Conservation Biology: the science of scarcity and Diversity*, Sinauer, Sunderland.

CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1: 1000000. México, D.F.

Cromwell R. 2004. Terms of use. The Natural History Museum, London, SW7 5BD, UK.

De la Maza, E. R. 1987. *Mariposas mexicanas, Guía para su colecta y determinación*. Fondo de Cultura Económica. México. D. F. 302 p.

De la Maza, E. R, A. White y R. F. De la Maza. 1995. Exploración de factores compensatorios que permiten el refugio de Rhopalocerofauna higrófila en cinco cañadas de clima subhúmedo en Morelos, México. *Revista Mexicana de Lepidopterología*. 16 (1): 1-63

De la Maza, E. R. 2010. Lepidópteros diurnos En: *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. pág. 179-194. Ceballos, G., L. Martínez, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds.), México Fondo de Cultura Económica.

Dobson, A. P., J. P. Rodríguez, W. M. Roberts, y D. S. Wilcove. 1997. Geographic distribution of endangered species in the United States. *Science*, 275: 550-553.

Dony, J. G. y I. Denholm, 1985. Some quantitative of assessing the conservation value of ecologically similar sites. *Journal of Applied Ecology*. 22: 229-238.

Ehrlich, P. R. 1960. Lepidoptera, p. 459-473. *En* McGraw- Hill. Encyclopedia of Science and Technology. McGraw-Hill, Nueva York, EEUU.

Escalante, P. P., A. Navarro S. y A. T. Peterson. 1993. A geographic, historical, and ecological analysis of avian in Mexico. pág.: 281-307. *En: The biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.

Escalante, P. P., A. Navarro, y A. T. Peterson. 1998. Un análisis biogeográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres en México. pág.: 279-304. *En: Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México.

Espinosa, I. J. A. 1999. Distribución de la riqueza, endemismo y rareza: criterios para la conservación de las aves de la Sierra de San Juan Nayarit. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM.

Fernández, N., R. Rodríguez, J., Arreguín, S. y Rodríguez, 1998. Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica*. 9:1-151

Flores, V. O. y P. Gerez, 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM-CONABIO. México, 439 p.

Franklin, Y. R. 2003. Evolutionary change in small populations. pág. 135-150. *En* M. E. Soulé y B. A. Wilcox. Sinauer (Ed.) *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*.

Gámez R. M., A. R. Vera y M. L. Gómez, 2007. Origen de las precipitaciones extremas en la Cuenca del Balsas, México. Organización Mexicana de Meteorólogos, AC. 1-10

Garwood K., R. Lehman, 2005. *Butterflies of Northeastern Mexico*. 2ª ed. Edition. Eye Scry Publishing. Monterrey, Nuevo León, México, 192 p.

Gaston, K. J. 1994. Rarity. *Population and Community Biology Series* N° 13. London, Chapman and Hall. 205 p.

Gaston, K. J. y J. Spicer. 1998. *Biodiversity: an introduction*. Blackwell Science Ltd., Inglaterra, Reino Unido, 113 p.

Glassberg, J. 2007. *A Swift guide to the butterflies of Mexico and Central America*. Sunstreak Books, Inc., China, 266 p.

Goldstein, P. Z. 1997. How many things are there? *Conserv. Biol.*, 11: 571-574

González-Martínez L. 1996. Listado faunístico de los Papilionoidea del estado de Puebla, con especial referencia a la zona de Barranca de Patla. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., México. 112 p.

- Grehan, J. 2001. Atlas of Biodiversity: Mapping the spatial structure of life. *Biodiversity* 1(4): 21-24.
- Guerra, J.F. y J. Ledezma. 2004. Lista preliminar de mariposas diurnas (Lepidoptera:Rhopalocera) de la Estación Biológica Tunquini. Parque Nacional y Área Natural de manejo Integrado Cotapata. La Paz, Bolivia.
- Hilty, J. y A. Merenlender. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92: 185-197.
- Heppner, J. B. 1993. Keys to families of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 4 (Suppl. 3): 1-28.
- Howard, P. C., P. Viskanic, T. R. B. Davenport, F. W. Kigenyi, M. Baltzer, C. J. Dickinson, J. S. Lwanga, R. A. Matthews y A. Balmford. 1998. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature*, 394: 472-475.
- Howe, W. H. 1975. *The butterflies of North America*. Garden City. Doubleday and Co. New York. 633 p.
- Kerr, J. T. 1997. Spices richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conserv. Biol.* 11: 1094-1100
- Janzen, D. 1988 Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem, pág.: 130-137. En: Wilson, E. O. y F. M. Peter (Eds.). *Biodiversity*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Llorente, J. 1984. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México con especial referencia al género *Enantia* Huebner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomología Mexicana*, 1-207.
- Llorente, B. J., L. Oñate, A. Luis, e I. Vargas. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración*. UNAM. México. 227 p.
- Luna-Reyes, M. M. 2004. Estimación del valor de conservación de los parques nacionales Izta-Popo y Zoquiapan y anexas y áreas de influencia con base en un estudio lepidopterofaunístico (Rhopalocera: Papilionoidea). *Memorias del VI Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. Reporte científico*. Número especial.
- Luna-Reyes, M. M., J. Llorente B. y A. Luis. M. 2008. Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista de Biología Tropical*. 56 (4): 1677-1716
- Luis, A., I. Vargas y J. Llorente. 1991. Lepidopterofauna de Oaxaca I: distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM*. 3: 1-119.

Luis, A., I. Vargas y J. Llorente. 1995. Síntesis de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) del Estado de Veracruz. *Folia Entomología Mexicana*. 93: 91-133.

Luis-Martínez A., J. Llorente-Bousquets, I. Vargas-Fernández y A. D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperoidea). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 105 (1) 209-224

Maldonado, B. 1997 Aprovechamiento de los recursos florísticos en la Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de maestría. México: Facultad de Ciencias de la UNAM.

Margules, C. R. y R. Pressey, 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Meave del Castillo, J. A. y A. M Luis Martínez. 2000. Caracterización biológica del Monumento Natural Yaxchilán como un elemento fundamental para el diseño de su plan rector de manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México D. F.

Moreno E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. *Manuales y Tesis SEA*, 1: 1-83.

Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transitions zones of the Latin America and the Caribbean Islands based on Panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, 51: 467-494.

Myers, N. 1988. Threatened biotas: «Hotspots» in tropical forests. *Environmentalist*, 10: 187-208.

Navarro, A. G. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de aves. *Ciencias*. 7: 45-54

NOM-ECOL-059-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. Consulta: agosto 2010. <http://www.ingenieroambiental.com/mexico/>.pdf

Palomino, D. y L. M. Carrascal. 2005. Urban influence on birds at a regional scale. A case study with the avifauna of northern Madrid province. *Landscape and Urban Planning*, (doi: 10.1016/j.landurbplan. 2005.04.003).

Pearman, P. B., 2002. Developing regional conservation priorities using red lists: a hypothetical example from the Swiss lowlands. *Biodiversity and Conservation*, 11: 469-485.

Pearson, D. L. 1994. Selection indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. London* 345: 75-79.

Pearson, D. L. y S. S. Carroll, 1998 Global patterns of species richness: spatial models for conservation planning using bioindicator and precipitation data. *Conservation Biology*, 12(4): 809-821.

Posadas, P., D. R. Miranda-Esquivel y J. V Crisci. 2001. Using phylogenetic diversity measures to set priorities in conservation: an example from southern South America. *Conservation Biology*, 15: 1325-1334.

Prendergast, J. R., M. R. Quinn, J. H. Lawton, B. C. Eversham, y D. W. Gibbons, 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*, 365: 335-337.

Pressey, R. L., C. J. Humphries, C. R. Margules, R. I. Vane-Wright, y P. H. Williams, 1993. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 124-128.

Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. pág.: 205-217. En: Syngé H. *The biological aspects of rare plant conservation*. John Wiley y Sons. Chichester.

Rabinowitz, D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. En: M. E. Soulé (Ed.) *Conservation Biology: the science of scarcity and Diversity*, pp. 182-203, Sinauer, Sunderland

Rajora, O. P. y A. Mosseler. 2001 Challenges and opportunities for conservation of forest genetic resources. *Euphytica*, 118: 197-212.

Ramírez, J. E. y M. G. Ramírez. 2002. Avifauna de la región oriente de la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 73 (1): 91-111.

Raguso, R. A., y Llorente B. 1991. The butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtlas Mts. Veracruz, Mexico, revisited: species-richness and habitat disturbance. *Jour. Res. Lep*, 29(1-2): 105-133

Ratcliffe, D. A. 1977. *A Nature Conservation Review*. Cambridge University Press, Cambridge.

Rhoades, D. F. 1983. Herbivore population dynamics and plant chemistry. pág. 155-220. En: Denno, R. F. y M.S. McClure (Eds.) *Variable plants and herbivores in natural and managed systems*. Ac. Press. San Diego.

Rincón, E., M. Álvarez, G. González, P. Huante y A. Hernández, 1999. Restauración de selvas bajas caducifolias. INE-SEMARNAP. *Gaceta Ecológica*. Nueva Época No. 53. México.

Robinson, J. G. 1996. *Hunting wildlife in forest patches an ephemeral resource*. pág.: 11-132. En: Schelhas, J. y R. Greenberg (Eds.). *Forest Patches in Tropical Landscapes*, Island Press, Washington, D.C.

- Rodríguez, V. B. y J. B. Wolley. 2005. La fauna de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en el Bosque Tropical Caducifolio en la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Folia Entomología Mexicana* 44 (1): 147-155.
- Romeu, E. 2000. Mariposas mexicanas los insectos más hermosos. *Biodiversitas* Boletín bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 5 (28):7-10.
- Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3-21.
- Salinas, J.L. 1999. Análisis de la diversidad de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de los bosques tropicales de la vertiente atlántica de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 74 p.
- Sánchez, A. H. I. 2006, Fenología de Papilionoidea (Lepidoptera) de un área de Selva Baja Caducifolia en las Sierras de Taxco-Huautla (RTP-120). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 66 p.
- Silva L. P. y M. Ibarra. 2003. Lepidópteros diurnos de la Sierra de Huautla, Morelos. *Entomología Mexicana*, 2: 230-235.
- Shoutis, D. 2003. SPOT: The Spatial Portfolio Optimization Tool. Washington, DC. *The Nature Conservancy*. 55 p.
- Stockwell, D. R. B. y D. P. Peters. 1999. The GARP modeling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Systems* 13:143-158.
- Vane-Wright, R. I., C. J. Humphries, y P. H. Williams. 1991. What to protect? systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55: 235-254.
- Vargas, I., J. Llorente y A. Luis. 1992. Listado lepidopterofaunístico de la Sierra de Atoyac de Álvarez en el estado de Guerrero: notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidea). *Folia Entomología Mexicana*. 86: 41-178.
- Vargas, I., J. Llorente y A. Luis. 1999. Distribución de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra de Manantlán (250-1 650 m) en los estados de Jalisco y Colima. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM*. 11: 1-153.
- Warren, A. D., J. E. Llorente-Bousquets, A. Luis-Martínez e I. Vargas-Fernández. 2006. *Interactive Listing of Mexican Butterflies*. <http://www.mariposasmexicanas.com/> Consulta: agosto 2009.
- Williams, P. H., D. Gibbons, C. Margules, A. Rebelo, C. J. Humphries y R. Pressey. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conserv. Biol.*, 10:155-174.

Williams, P. H., N. D. Burgess, y C. Rahbek. 2000. Flagship species, ecological complementarity and conserving the diversity of mammals and birds in sub-Saharan Africa. *Animal Conservation*, 3: 249- 260.

Zavala, J. 2002. Análisis demográfico preliminar de *Taxus globosa* Schlecht en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México II. Poblaciones juveniles y de semillas. En: Ciencia Ergo Sum, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. Vol. 9 (2) 177-183

APÉNDICE. Lista de especies de Papilionoidea en un área de la Depresión del Balsas (Guerrero, Morelos y Puebla).

**FAMILIA PAPILIONIDAE
SUBFAMILIA BARONINAE**

GÉNERO *Baronia*

1. *B. brevicornis brevicornis* (Salvin, 1893)

SUBFAMILIA PAPILIONINAE

GÉNERO *Protographium*

2. *P. epidaus fenochionis* (Salvin & Godman, 1868)
3. *P. philolaus philolaus* (Boisduval, 1836)

GÉNERO *Mimoides*

4. *M. ilus branchus* (Doubleday, 1846)
5. *M. thymbraeus aconophos* (Gray, 1853)

GÉNERO *Battus*

6. *B. philenor philenor* (Linnaeus, 1771)
7. *B. polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758)

GÉNERO *Parides*

8. *P. erithalion trichopus* (Rothschild & Jordan, 1906)
9. *P. Montezuma* (Westwood, 1842)
10. *P. photinus* (Doubleday, 1844)

GÉNERO *Heraclides*

11. *H. astyalus pallas* (Gray, 1853)
12. *H. cresphontes* (Cramer, 1777)
13. *H. ornythion ornythion* (Boisduval, 1836)
14. *H. rogeri pharnaces* (Doubleday, 1846)
15. *H. thoas autocles* (Rothschild & Jordan, 1906)
16. *H. torquatus mazai* (Beutelspacher, 1977)

GÉNERO *Papilio*

17. *P. polyxenes asterius* (Stoll, 1782)

GÉNERO *Pterourus*

18. *P. menatius morelius* (Rothschild & Jordan, 1906)
19. *P. multicaudata multicaudata* (W.F. Kirby, 1884)

FAMILIA PIERIDAE

SUBFAMILIA COLIADINAE

GÉNERO *Colias*

20. *C. eurytheme* (Boisduval, 1852)

GÉNERO *Zerene*

21. *Z. cesonia cesonia* (Stoll, 1790)

GÉNERO *Anteos*

22. *A. clorinde* (Godart, 1824)
23. *A. maerula* (Fabricius, 1775)

GÉNERO *Phoebis*

24. *P. agarithe agarithe* (Boisduval, 1836)
25. *P. neocypris virgo* (Butler, 1870)
26. *P. philea philea* (Linnaeus, 1763)
27. *P. sennae marcellina* (Cramer, 1777)

28. *P. argante* ssp. n.

GÉNERO **Aphrissa**

29. *A. statira statira* (Cramer, 1777)

GÉNERO **Abaeis**

30. *A. nicippe* (Cramer, 1779)

GÉNERO **Pyrisitia**

31. *P. dina westwoodi* (Boisduval, 1836)

32. *P. lisa centralis* (Herrich-Schäffer, 1865)

33. *P. nise nelphe* (R. Felder, 1869)

34. *P. proterpia* (Fabricius, 1775)

GÉNERO **Eurema**

35. *E. arbela boisduvaliana* (C. Felder & R. Felder, 1865)

36. *E. दौरa sidonia* (R. Felder, 1869)

37. *E. mexicana mexicana* (Boisduval, 1836)

38. *E. salome Jamapa* (Reakirt, 1866)

GÉNERO **Nathalis**

39. *N. iole* (Boisduval, 1836)

GÉNERO **Kricogonia**

40. *K. lyside* (Godart, 1819)

SUBFAMILIA PIERINAE

GÉNERO **Hesperocharis**

41. *H. costaricensis passion* (Reakirt, 1867)

GÉNERO **Catasticta**

42. *C. nimbice nimbice* (Boisduval, 1836)

GÉNERO **Glutophrissa**

43. *G. drusilla tenuis* (Lamas, 1981)

GÉNERO **Leptophobia**

44. *L. aripa elodia* (Boisduval, 1836)

GÉNERO **Pieriballia**

45. *P. viardi* (Boisduval, 1836)

GÉNERO **Ascia**

46. *A. monuste monuste* (Linnaeus, 1764)

GÉNERO **Ganyra**

47. *G. josephina josepha* (Salvin & Godman, 1868)

FAMILIA LYCAENIDAE

SUBFAMILIA THECLINAE

GÉNERO **Atlides**

48. *A. gaumeri* (Godman, 1901)

GÉNERO **Ipidecla**

49. *I. miadora* (Dyar, 1916)

GÉNERO **Thereus**

50. *T. oppia* (Godman & Salvin, 1887)

GÉNERO **Rekoa**

51. *R. palegon* (Cramer, 1780)

52. *R. zebina* (Hewitson, 1869)

53. *R. marius* (Lucas, 1857)

54. *R. Stagira* (Hewitson, 1867)

GÉNERO **Arawacus**

55. *A. jada* (Hewitson, 1867)

GÉNERO **Ocaria**

56. *O. ocrisia* (Hewitson, 1868)

GÉNERO **Chlorostrymon**

57. *C. simaethis* (Drury, 1773)

58. *C. telea* (Hewitson, 1868)

GÉNERO **Cyanophrys**

59. *C. goodsoni* (Clench, 1946)

60. *C. herodotus* (Fabricius, 1793)

61. *C. miserabilis* (Clench, 1946)

62. *C. longula* (Hewitson, 1868)

63. *Cyanophrys* sp.

GÉNERO **Callophrys**

64. *C. xami* (Reakirt, 1867)

GÉNERO **Allosmaitia**

65. *A. strophius* (Godart, 1824)

GÉNERO **Ziegleria**

66. *Z. guzanta* (Schaus, 1902)

GÉNERO **Electrostrymon**

67. *E. sangala* (Hewitson, 1868)

68. *E. joya* (Dognin, 1895)

GÉNERO **Calycopis**

69. *C. clarina* (Hewitson, 1874)

70. *C. isobea* (Butler & H. Druce, 1872)

GÉNERO **Strymon**

71. *S. albata* (C. Felder & R. Felder, 1865)

72. *S. rufofusca* (Hewitson, 1877)

73. *S. bebrycia* (Hewitson, 1868)

74. *S. yojoa* (Reakirt, 1867)

75. *S. cestri* (Reakirt, 1867)

76. *S. bazochii* (Godart, 1824)

77. *S. istapa* (Reakirt, 1867)

78. *S. serapio* (Godman & Salvin, 1887)

79. *S. megarus* (Godart, 1824)

80. *S. ziba* (Hewitson, 1868)

81. *Strymon* sp.

GÉNERO **Tmolus**

82. *T. echion* (Linnaeus, 1767)

GÉNERO **Ministrymon**

83. *M. leda* (W.H. Edwards, 1882)

84. *M. clytie* (W.H. Edwards, 1877)

85. *M. phrutus* (Geyer, 1832)

86. *M. azia* (Hewitson, 1873)

87. *Ministrymon* sp.

GÉNERO **Strephonota**

88. *S. tephraeus* (Geyer, 1837)

GÉNERO **Panthiades**

89. *P. bitias* (Cramer, 1777)

90. *P. bathildis* (C. Felder & R. Felder, 1865)

GÉNERO ***Parrhasius***

91. *P. polibetes* (Stoll, 1781)

GÉNERO ***Michaelus***

92. *M. jebus* (Godart, 1824)

93. *M. ira* (Hewitson, 1867)

GÉNERO ***Erora***

94. *E. subflorens* (Schaus, 1913)

95. *E. nitetis* (Godman & Salvin, 1887)

96. *E. gabina* (Godman & Salvin, 1887)

97. *E. opisena* (H.H. Druce, 1912)

SUBFAMILIA POLYOMMATINAE

GÉNERO ***Leptotes***

98. *L. cassius cassidula* (W.H. Edwards, 1877)

99. *L. marina* (Reakirt, 1868)

GÉNERO ***Zizula***

100. *Z. cyna* (W.H. Edwards, 1881)

GÉNERO ***Cupido***

101. *C. comyntas* (Godart, 1824)

GÉNERO ***Celastrina***

102. *C. argiolus gozora* (Boisduval, 1870)

GÉNERO ***Hemiargus***

103. *H. hanno antibubastus* (Hübner, 1818)

GÉNERO ***Echinargus***

104. *E. isola* (Reakirt, 1867)

FAMILIA RIODINIDAE

SUBFAMILIA RIODININAE

GÉNERO ***Rhetus***

105. *R. arcus beutelspacheri* (Llorente, 1988)

GÉNERO ***Calephelis***

106. *C. nemesis nemesis* (W.H. Edwards, 1871)

107. *C. perditalis perditalis* (Barnes & McDunnough, 1918)

108. *C. wrighti* (Holland, 1930)

109. *C. fulmen* (Stichel, 1910)

110. *C. rawsoni* (McAlpine, 1939)

111. *C. arizonensis* (McAlpine, 1971)

112. *C. wellingi wellingi* (McAlpine, 1971)

113. *Calephelis* sp.

GÉNERO ***Caria***

114. *C. ino ino* (Godman & Salvin, 1886)

115. *C. stillaticia* (Dyar, 1912)

GÉNERO ***Baeotis***

116. *B. zonata zonata* (R. Felder, 1869)

GÉNERO ***Lasaia***

117. *L. sula sula* (Staudinger, 1888)

118. *L. sessilis* (Schaus, 1890)

119. *L. maria maria* (Clench, 1972)

120. *Lasaia*. sp.

GÉNERO **Melanis**

121. *M. cephise cephise* (Ménétriés, 1855)

GÉNERO **Anteros**

122. *A. carausius carausius* (Westwood, 1851)

GÉNERO **Calydna**

123. *C. sturnula* (Geyer, 1837)

GÉNERO **Emesis**

124. *E. saturata* (Godman & Salvin, 1886)

125. *E. mandana furor* (Butler & H. Druce, 1872)

126. *E. tegula* (Godman & Salvin, 1886)

127. *E. vulpina* (Godman & Salvin, 1886)

128. *E. poeas* (Godman, 1901)

129. *E. tenedia* (C. Felder & R. Felder, 1861)

130. *E. lupina lupina* (Godman & Salvin, 1886)

131. *E. zela zela* (Butler, 1870)

132. *E. emesia* (Hewitson, 1867)

133. *Emesis* sp.

GÉNERO **Apodemia**

134. *A. multiplaga* (Schaus, 1902)

135. *A. palmerii australis* (Austin, 1988)

136. *A. hypoglauca hypoglauca* (Godman & Salvin, 1878)

137. *A. walkeri* (Godman & Salvin, 1886)

GÉNERO **Thisbe**

138. *T. lycorias* (Hewitson, 1853)

GÉNERO **Juditha**

139. *J. molpe molpe* (Hübner, 1808)

GÉNERO **Synargis**

140. *S. mycone* (Hewitson, 1865)

GÉNERO **Theope**

141. *T. eupolis* (Schaus, 1890)

142. *T. publius incompositus* (J. Hall, 1999)

FAMILIA NYMPHALIDAE

SUBFAMILIA LIBYTHEINAE

GÉNERO **Libytheana**

143. *L. carinenta mexicana* (Michener, 1943)

SUBFAMILIA DANAINAE

GÉNERO **Lycorea**

144. *L. halia atergatis* (Doubleday, 1847)

GÉNERO **Danaus**

145. *D. eresimus montezuma* (Talbot, 1943)

146. *D. gilippus thersippus* (H.W. Bates, 1863)

147. *D. plexippus plexippus* (Linnaeus, 1758)

SUBFAMILIA ITHOMIINAE

GÉNERO **Greta**

148. *G. morgane oto* (Hewitson, 1855)

SUBFAMILIA MORPHINAE

GÉNERO *Morpho*

149. *M. polyphemus polyphemus* (Westwood, 1851)

GÉNERO *Opsiphanes*

150. *O. boisduvallii* (Doubleday, 1849)

SUBFAMILIA SATYRINAE

GÉNERO *Manataria*

151. *M. hercyna maculata* (Hopffer, 1874)

GÉNERO *Cissia*

152. *C. terrestris* Nymphalidae

153. *C. cleophes* (Godman & Salvin, 1889)

154. *C. pompilia* (C.Felder & R. Felder, 1867)

155. *C. similis* (Butler, 1867)

156. *C. themis* (Butler, 1867)

157. *Cissia* sp.

GÉNERO *Cyllopsis*

158. *C. gemma freemani* (D.B. Stallings & J.R. Turner, 1947)

159. *C. henshawi hoffmanni* (L.D. Miller, 1974)

160. *C. nayarit* (R.L. Chermock, 1947)

161. *C. perplexa* (L.D. Miller, 1974)

162. *C. pyracmon pyracmon* (Butler, 1867)

163. *C. windi* (L.D. Miller, 1974)

164. *Cyllopsis* sp.

GÉNERO *Euptychia*

165. *E. fetna* (Butler, 1870)

GÉNERO *Hermeuptychia*

166. *H. hermes* (Fabricius, 1775)

GÉNERO *Megisto*

167. *M. rubricata anabelae* (L.D. Miller, 1976)

GÉNERO *Pindis*

168. *P. squamistriga* (R. Felder, 1869)

GÉNERO *Taygetis*

169. *T. thamyra* (Cramer, 1779)

170. *T. weymeri* (Draudt, 1912)

171. *Taygetis* sp.

SUBFAMILIA CHARAXINAE

GÉNERO *Anaea*

172. *A. troglodyta aidea* (Guérin-Ménéville, 1844)

GÉNERO *Memphis*

173. *M. pithyusa pithyusa* (R. Felder, 1869)

GÉNERO *Archaeoprepona*

174. *A. demophon centralis* (Fruhstorfer, 1905)

175. *A. demophon occidentalis* (Stoffel & Descimon, 1974)

GÉNERO *Prepona*

176. *P. laertes octavia* (Fruhstorfer, 1905)

SUBFAMILIA BIBLIDINAE

GÉNERO *Marpesia*

177. *M. chiron marius* (Cramer, 1779)

178. *M. petreus* ssp. n.

GÉNERO *Biblis*

179. *B. hyperia aganisa* (Boisduval, 1836)

GÉNERO *Mestra*

180. *M. dorcas amymone* (Ménétriés, 1857)

GÉNERO *Eunica*

181. *E. monima* (Stoll, 1782)

GÉNERO *Myscelia*

182. *M. cyananthe cyananthe* (C. Felder & R. Felder, 1867)

183. *M. ethusa ethusa* (Doyère, 1840)

GÉNERO *Hamadryas*

184. *H. amphinome mazai* (Jenkins, 1983)

185. *H. amphinome mexicana* (Lucas, 1853)

186. *H. atlantis lelaps* (Godman & Salvin, 1883)

187. *H. februa ferentina* (Godart, 1824)

188. *H. feronia farinulenta* (Fruhstorfer, 1916)

189. *H. glauconome glauconome* (H.W. Bates, 1864)

190. *H. guatemalena guatemalena* (H.W. Bates, 1864)

191. *H. guatemalena marmarice* (Fruhstorfer, 1916)

GÉNERO *Bolboneura*

192. *B. sylphis sylphis* (H.W. Bates, 1864)

193. *B. sylphis beatrix* (R.G. Maza, 1985)

GÉNERO *Epiphile*

194. *E. adrasta adrasta* (Hewitson, 1861)

GÉNERO *Temenis*

195. *T. laothoe quilapayunia* (R.G. Maza & Turrent, 1985)

GÉNERO *Cyclogramma*

196. *C. bacchis* (Doubleday, 1849)

GÉNERO *Adelpha*

197. *A. basiloides* (H.W. Bates, 1865)

198. *A. iphicleola iphicleola* (H.W. Bates, 1864)

199. *A. paraena massilia* (C. Felder & R. Felder, 1867)

SUBFAMILIA APATURINAE

GÉNERO *Asterocampa*

200. *A. idyja argus* (H.W. Bates, 1864)

GÉNERO *Doxocopa*

201. *D. laure laure* (Drury, 1773)

SUBFAMILIA NYMPHALINAE

GÉNERO *Smyrna*

202. *S. blomfieldia datis* (Fruhstorfer, 1908)

203. *S. karwinskii* (Geyer, 1833)

GÉNERO *Vanessa*

204. *V. annabella* (Field, 1971)

205. *V. virginensis* (Drury, 1773)

GÉNERO *Anartia*

206. *A. fatima fatima* (Fabricius, 1793)
 207. *A. amathea colima* (Lamas, 1995)
 208. *A. jatrophae luteipicta* (Fruhstorfer, 1907)

GÉNERO *Junonia*

209. *J. coenia* (Hübner, 1822)
 210. *J. evarete nigrosuffusa* (Barnes & McDunnough, 1916)

GÉNERO *Siproeta*

211. *S. stelenes biplagiata* (Fruhstorfer, 1907)

GÉNERO *Chlosyne*

212. *C. ehrenbergii* (Geyer, 1833)
 213. *C. hippodrome hippodrome* (Geyer, 1837)
 214. *C. janais janais* (Drury, 1782)
 215. *C. janais gloriosa* (Bauer, 1960)
 216. *C. lacinia lacinia* (Geyer, 1837)
 217. *C. marina eumeda* (Godman & Salvin, 1894)
 218. *C. marina melitaeoides* (C. Felder & R. Felder, 1867)
 219. *C. rosita riobalsensis* (Bauer, 1961)
 220. *C. theona* (Ménétriés, 1855)
 221. *Chlosyne* sp.

GÉNERO *Microtia*

222. *M. elva elva* (H.W. Bates, 18649)

GÉNERO *Texola*

223. *T. anomalus coracara* (Dyar, 1912)
 224. *T. elada elada* (Hewitson, 1868)

GÉNERO *Anthanassa*

225. *A. ardys ardys* (Hewitson, 1864)
 226. *A. argentea* (Godman & Salvin, 1882)
 227. *A. frisia tulcis* (H.W. Bates, 1864)
 228. *A. nebulosa alexon* (Godman & Salvin, 1889)
 229. *A. ptolyca amator* (A. Hall, 1929)
 230. *A. sitalces cortés* (A. Hall, 1917)
 231. *A. texana texana* (W.H. Edwards, 1863)

GÉNERO *Phyciodes*

232. *P. graphica vesta* (W.H. Edwards, 1869)
 233. *P. mylitta thebais* (Godman & Salvin, 1878)
 234. *P. pallescens* (R. Felder, 1869)
 235. *P. phaon phaon* (W.H. Edwards, 1864)
 236. *P. picta canace* (W.H. Edwards, 1871)
 237. *P. tharos tharos* (Drury, 1773)
 238. *Phyciodes* sp.

SUBFAMILIA HELICONINAE

GÉNERO *Euptoieta*

239. *E. claudia daunius* (Herbst, 1798)
 240. *E. hegesia meridiana* (Stichel, 1938)

GÉNERO *Agraulis*

241. *A. vanillae incarnata* (Riley, 1926)

GÉNERO **Dione**

242. *D. juno huascuma* (Reakirt, 1866)

243. *D. moneta poeyii* (Butler, 1873)

GÉNERO **Dryas**

244. *D. iulia moderata* (Riley, 1926)

GÉNERO **Heliconius**

245. *H. charithonia vazquezae* (W.P. Comstock & F.M. Brown, 1950)

246. *H. erato cruentus* (Lamas, 1998)