

Ecología

Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en el paisaje urbano del municipio de Metepec, Estado de México, México

Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in the urban landscape of Metepec Municipality, State of México, Mexico

Jessica Mariana Sánchez-Jasso ^{a, *}, Julio C. Estrada-Álvarez ^{b, c}, Juan Pablo Medina ^a
y Balam Y. Estrada-Fernández ^c

^a Institute for Biodiversity Research, Development and Sustainability (iBIRDS A.C.), San Agustín Berros s/n, Villa Victoria, Estado de México, México

^b Museo Universitario de Historia Natural Dr. Manuel M. Villada, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100, Colonia Centro, 50000 Toluca, Estado México, México

^c Laboratorio de Investigación y Análisis, Entomological Research, A.C., V. Guerrero n/s, Bo. San Mateo, 5000 Metepec, Estado México, México

* Autor para correspondencia: jmsjasso@gmail.com (J.M. Sánchez-Jasso)

Recibido: 2 abril 2018; aceptado: 26 abril 2019

Resumen

Reportamos la diversidad alfa de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea, *sensu* Llorente-Bousquets et al., 2006 y Warren, 2009) del municipio de Metepec, Estado de México, cuyo índice de desarrollo humano ha provocado en un corto lapso la transformación del paisaje natural a un paisaje urbano. El trabajo de campo comprendió 23 muestreos, realizados de mayo de 2015 a septiembre de 2016. Se eligieron 18 sitios de colecta divididos en 3 zonas: urbana (U), parques urbanos (PU) y lacustre (L). Se identificó un total de 41 especies, las cuales son primeros registros para el municipio de Metepec. De éstas, 4 especies son endémicas de México y 1 está bajo protección especial de acuerdo con la NOM-059-Semarnat-2010. Asimismo, se reportan 2 registros nuevos estatales. La riqueza de lepidópteros del municipio de Metepec, constituye 11.45% del total de las especies registradas para el Estado de México. La zona urbana tuvo el mayor número de especies (36), seguido por parques urbanos (17 especies) y la zona lacustre (16 especies). Debido a la acelerada urbanización del municipio es indispensable proponer estrategias de gestión de paisajes urbanos que protejan a la biodiversidad local.

Palabras clave: Insecta; Lepidoptera; Ciudades; Riqueza; Ecología urbana; Conservación

Abstract

We report the alpha diversity of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea *sensu* Llorente-Bousquets et al., 2006 and Warren, 2009) of the Metepec Municipality, State of México, Mexico, whose human development index has caused, in a short time, the transformation from a natural landscape to an urban landscape. The field work included 23 samplings, carried out from May 2015 to September 2016. Eighteen sampling sites were divided into 3 main zones: urban (U), urban parks (PU) and marshes (L). A total of 41 species were identified, which are the first records for the municipality of Metepec. Of these, 4 species are endemic to Mexico and 1 is classified as a special protected species by NOM-059-Semarnat-2010. Also, 2 new state records are reported. The richness of Lepidoptera of the municipality of Metepec constitutes 11.45% of the total of the species registered for the State of México. The urban zone had the highest number of species (36); followed by urban parks (17) and the marshes zone (16). Due to the accelerated urbanization of the municipality, it is essential to propose urban landscapes management strategies that protect local biodiversity

Key words: Insecta; Lepidoptera; Cities; Richness; Urban ecology; Conservation

Introducción

El crecimiento urbano es una tendencia demográfica dominante y un factor importante en la transformación global del suelo (Ramírez-Restrepo et al., 2007), se considera como uno de los factores involucrados en la pérdida de hábitat y en la extinción local de especies nativas (MacGregor-Fors et al., 2016; McKinney, 2008). Se estima que más del 80% de la población de América Latina vive en ciudades y se prevé que para 2050, alcance 90% (ONU-Hábitat, 2012). Por ello, el conocimiento de las interacciones existentes entre la urbanización y la biodiversidad, es una de las estrategias más importantes a nivel mundial para proponer acciones que disminuyan o mitiguen el impacto ocasionado por el crecimiento urbano (ONU, 2012).

El municipio de Metepec pertenece a la zona metropolitana del valle de Toluca, en el Estado de México. En 2010 se consideró como el municipio con mayor índice de desarrollo humano en la entidad mexicana (PNUD, 2014) debido a cambios socioeconómicos recientes que lo transformaron de un municipio agrícola y artesanal, a uno urbano (Gómez-Carmona y Villar-Calvo, 2013).

Las mariposas son un grupo indicador del estado de conservación de los ecosistemas y de los cambios de la diversidad de especies que ocurren como consecuencia del cambio de uso de suelo (Blair, 1999, 2001). Algunos autores establecen que la diversidad de mariposas disminuye a medida que el grado de urbanización aumenta (Blair y Launer, 1997; Brown y Freitas, 2002). Por lo anterior, es necesario cambiar paradigmas respecto a la gestión y desarrollo de paisajes urbanos, con la finalidad de proponer acciones que protejan a la biodiversidad local y minimicen la pérdida de los ecosistemas naturales (Cadenasso et al., 2008; Leston y Koper, 2017).

En el Estado de México se han reportado 358 especies de mariposas diurnas, incluidas en 6 familias, 22 subfamilias y 208 géneros (Hernández-Mejía, 2009; Hernández-Mejía et al., 2008; Warren, 2008); sin embargo, no hay registros publicados para el municipio de Metepec.

El objetivo de la presente investigación es aportar conocimiento sobre la diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en el municipio de Metepec, Estado de México, con el propósito de sentar las bases para desarrollar investigaciones futuras y estrategias de evaluación, monitoreo y conservación de las especies en ambientes urbanos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de Metepec, Estado de México, entre las coordenadas extremas 19°12'58" - 19°17'15" N, 99°30'47" - 99°38'48" O, en un gradiente altitudinal que oscila entre 2,562 y 2,735 m snm; cuenta con una extensión territorial de 67.5 km² (Gaceta de Gobierno Municipal, 2018). Colinda al noroeste con el municipio de Toluca, al sur con los municipios de Calimaya, Mexicaltzingo y Chapultepec, y al este con los municipios de Ocoyoacac, San Mateo Atenco y Santiago Tianguistenco (fig. 1). El clima es C (w2) (w) b (i) g; es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 12 °C y precipitación media anual de 800 a 1,200 mm (García, 1988). Fisiográficamente, se encuentra dentro de la provincia del Eje Neovolcánico Transversal, subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac (Gómez-Tuena et al., 2005). Se asienta sobre una llanura, en donde el único rasgo orográfico es un volcán monogénico de 64 m de altura (Castro-Orozco, 1999) comúnmente conocido como el Cerro de los Magueyes. Hidrológicamente, pertenece a la cuenca Lerma-Santiago, no presenta corrientes de agua superficiales perennes,

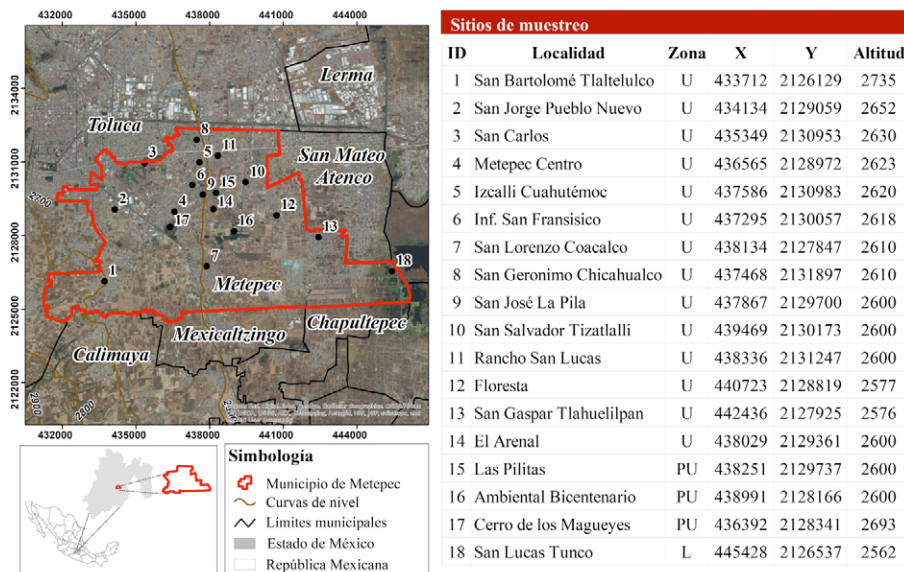


Figura 1. Mapa ubicación y sitios de muestreo del municipio de Metepec, Estado de México.

únicamente cuenta con escurrimientos intermitentes en temporada de lluvias. Actualmente, en la localidad de San Lucas Tunco aún prevalece una zona inundable con relictos de vegetación hidrófila de las familias Typhaceae (tifas), Ciperaceae (escobilla) y Juncaceae (tules) (Zepeda-Gómez et al., 2012).

El uso de suelo urbano abarca 67.6% de la superficie municipal; la vegetación predominante son especies introducidas como *Fraxinus* sp. (fresno), *Cupressus lindleyi* (cedro), *Pinus* sp. (pino) y *Salix* sp. (Sauce), la cual está dispersa en glorietas, camellones, jardines públicos y particulares, además de huertos frutales familiares con especies como *Prunus serotina* (capulín), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Malus* sp (manzana), *Pyrus* (pera) y *Prunus* sp (durazno) (Gaceta de Gobierno Municipal, 2018). Dentro de la zona urbana, se encuentran 2 áreas naturales protegidas con la categoría de Parque Urbano: 1) El Calvario de Metepec, también conocido como “Cerro de los Magueyes” (Gaceta de Gobierno Estatal, 1988) y 2) El Parque Ambiental Bicentenario de Metepec (Gaceta de Gobierno Estatal, 2017), así mismo se encuentra el Parque San José la Pilita, el cual se considera el tercer parque urbano más grande del municipio, en conjunto representan 80% de la superficie arbolada municipal (Gaceta de Gobierno Municipal, 2018).

Se realizaron 23 muestreos de mayo de 2015 a septiembre de 2016, cada muestreo consistió en 1 o 2 salidas mensuales de 3 a 4 días para abarcar los 18 sitios de colecta establecidos, sumando un total de 106 días y 424 horas/persona. Las colectas se efectuaron de 10:00 a 14:00

horas, mediante 2 técnicas: a) búsqueda dirigida con red entomológica aérea y b) carpotrapas tipo Van Someren-Rydon (Rydon, 1964) con cebos de plátano fermentado con cerveza y jugo sazónador; mango fermentado con cerveza y jugo sazónador; frutos locales (tejocote y/o pera) fermentados con cerveza y jugo sazónador. Los ejemplares se recolectaron y se procesaron de acuerdo a la técnica descrita por Gonzalo-Andrade et al. (2013), se les colocó en una bolsa de papel “glassine” debidamente rotulados. El material se encuentra depositado en la colección entomológica del Museo Universitario de Historia Natural Dr. Manuel M. Villada, de la Universidad Autónoma del Estado de México con número de catálogo MUHN/ARTROL101-141. El muestreo se realizó bajo el permiso de colecta SGPA/DGVS/07613/14 SEMARNAT.

Para analizar la riqueza de especies entre los tipos de hábitat predominantes en el municipio, el muestreo se dividió en 18 sitios de colecta en 3 zonas: 1) urbana (U), 2) parques urbanos (PU), y 3) lacustre (L), tomando como base el tipo de uso de suelo y vegetación del municipio (tabla 1) (fig. 1).

El material obtenido se transportó al laboratorio, fue montado y preservado bajo la técnica establecida por Borror et al. (1992). Para la determinación taxonómica se consultó la siguiente literatura especializada: Ackery y Smiles (1976); Austin y Emmel (1998); Austin y Warren (2001); Beutelspacher (1984, 1986, 1991); Brown y Miller (1980); Burns (1994, 2000); Cibrián et al. (1995); De la Maza (1987); Dimock (1973); Edwards (1863); Eitschberger et Racheli (1998); Field (1971); Godman y

Tabla 1

Descripción de las zonas de muestreo.

Zonas de muestreo	Tipo de vegetación	Criterios
Zona urbana (U)	Sin vegetación original, aun se pueden encontrar huertos familiares con diferentes especies de árboles frutales	Mayor superficie en el municipio, vegetación dispersa en glorietas, camellones y jardines públicos y privados
Parques urbanos (PU)	Cobertura vegetal inducida de <i>Eucaliptus camaldulensis</i> , <i>Cupressus lindley</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> y <i>Pinus moctezumae</i>	Parques con mayor superficie dentro del municipio, en ellas se encuentran los manchones de vegetación más densos
Zona lacustre (L)	Vegetación hidrófila de las familias Typhaceae, Ciperaceae y Juncaeceae	Los relictos de vegetación hidrófila son únicos en el municipio

Salvin (1901); Gunder (1928); Hernández-Mejía (2005); Hewitson (1869); Higgins (1981); Jenkins (1990); Johnson y Bálint (1995); Kevan y Bye (1991); Leite et al. (2013); Lindsey et al. (1931); Llorente-Bousquets et al. (1997); Luis-Martínez, Llorente-Bousquets y Vargas-Fernández (2003); Luis-Martínez, Llorente-Bousquets, Vargas-Fernández y Warren (2003); Luis-Martínez et al. (2010); Pulido et al. (2010); Rothschild y Jordan (1906); Rutowski et al. (2007); Stoll (1790); Vargas-Fernández et al. (2008, 2016) y Warren et al. (2012). Los ejemplares fueron comparados con la “Colección de mariposas White del Museo Universitario de Historia Natural de la Universidad Autónoma del Estado de México”. Para las familias Hesperidae y Lycaenidae, se realizó la técnica de microdissección estandarizada por Burns (1997) para obtener genitalia y corroborar la identificación.

La diversidad alfa (α) se determinó con la suma del número de especies registradas durante los 23 muestreos. Para evaluar el número de especies esperadas se utilizó el estimador no paramétrico Chao 2 debido a que es menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001). Para evitar el efecto del orden de las muestras en la estimación del número de especies, se obtuvo el estimado Mao Tau aleatorizando las muestras con reemplazo (Colwell et al., 2004), el software empleado para el análisis estadístico fue EstimateS ver 8.2 (Colwell, 2006). Se obtuvo la eficiencia de muestreo $EF = (n_1/n_t) * 100$; donde n_1 es el número de especies observadas y n_t es el número de especies estimadas (Ramírez-Restrepo et al., 2007). Se calculó la frecuencia de especies mediante la fórmula: $F = (n/t) * 100$, donde n es el número total de individuos de cada especie y t es el número total de individuos recolectados (Dajoz, 1973; Zanuncio et al., 1998). Para el análisis de similitud de especies entre zonas, se realizó un análisis de conglomerados utilizando el índice de Jaccard, en el software PAST ver. 3 (Ramírez-Restrepo et al., 2007).

Resultados

Se registraron 432 individuos pertenecientes a 2 superfamilias, Papilionoidea Latreille, 1802 y Hesperioidea Latreille, 1809 (*sensu* Llorente-Bousquets et al., 2006 y Warren et al., 2009), 5 familias (Nymphalidae, Pieridae, Hesperidae, Lycaenidae y Papilionidae), 14 subfamilias, 35 géneros y 41 especies, las cuales se registran por primera vez para el municipio de Metepec. De ellas, *Chlosyne ehrenbergii*, *Catasticta teutila teutila*, *Eucheira socialis socialis* y *Pterourus garamas garamas* son especies endémicas de México; *Danaus plexippus plexippus* está reportada como especie bajo protección especial por la NOM-059-Semarnat-2010. Se reporta a *Quasimellana balsa*, *Eunica monima* y *Dynamine postverta mexicana* como registros nuevos estatales (apéndice).

Con el uso de la red aérea se obtuvo el 80.8% (349) de los registros, mientras que con las carpo-trampas se obtuvo el 19.2% (83) de los registros. Las especies recolectadas por medio de carpo-trampas fueron: *Callophrys x. xami* (1), *Chlosyne ehrenbergii* (9), *Colias eurytheme* (4), *Danaus p. plexippus* (3), *Dione junio huascuma* (6), *Dione moneta poeyii* (2), *Eucheira s. socialis* (1), *Eunica monima* (1), *Leptophobia aripa elodia* (18), *Nathalis iole* (2), *Nymphalis a. antiopa* (4), *Pontia protodice* (5), *Pterourus m. multicaudata* (10), *Vanessa annabella* (6), *Vanessa atalanta rubria* (1). Cabe destacar que el cebo de plátano fermentado con cerveza y jugo sazónador fue el único que mostró efectividad en las recolectas.

Las familias con mayor riqueza de especies fueron Nymphalidae y Pieridae con 14 y 12 especies respectivamente, seguidas por Hesperidae (7), Lycaenidae (5) y Papilionidae (3) (tabla 2). De acuerdo con el estimado de Chao 2 el número de especies esperadas en el municipio de Metepec es de 42 (ICinf = 34.4, ICsup = 68.6, con un intervalo de confianza del 95%. Mientras que, para el

estimado de Mao Tau es de 41 especies (ICinf = 38.2, ICsup = 47.7, con un intervalo de confianza del 95%. La Eficiencia de Muestreo fue de 97% para Chao 2 y 100% para Mao Tau.

De los 432 registros, 284 fueron en la zona Urbana, 78 en los Parques Urbanos y 70 en la zona Lacustre. *Chlosyne ehrenbergii* fue la especie más frecuente y estuvo presente en la zona Urbana y Parques Urbanos, seguida por *Leptophobia aripa elodia*, que estuvo presente en las 3 zonas de muestreo. *Heliconius charithonia vazquezae*, *Eunica monima*, *Urbanus dorantes dorantes*, *Dynamine postverta mexicana*, *Pyrgus albescens*, *Vanessa*

atalanta rubria, *Vanessa cardui*, *Eurema salome jamapa* y *Erynnis funeralis* fueron las especies menos frecuentes y se registraron únicamente en la zona Urbana (apéndice).

En cuanto a la similitud de especies por zonas de muestreo, la zona urbana tuvo el mayor número de especies (36); seguida por parques urbanos (17 especies) y la zona lacustre (16 especies). El análisis de conglomerados mostró mayor similitud de especies de mariposas entre la zona urbana y parques urbanos, que con la zona lacustre (fig. 2).

Nueve de las 41 especies encontradas estuvieron presentes en las 3 zonas de muestreo: *Leptophobia aripa elodia*, *Vanessa virginensis*, *Pterourus multicaudata multicaudata*, *Colias eurytheme*, *Nathalis iole*, *Danaus plexippus plexippus*, *Zerene cesonia cesonia*, *Echinargus isola* y *Anteos maerula*. Mientras que *Piruna polingii*, solo se registró en los parques urbanos y *Marpesia chiron*, *Chalybs hassan*, *Anteos clorinde* y *Celastrina gozora*, solo se registraron en la zona lacustre (apéndice).

Tabla 2

Diversidad alfa de Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea (*sensu* Llorente- Bousquets et al. 2006 y Warren 2009) en el municipio de Metepec, Estado de México.

Superfamilia	Familia	Subfamilia	Género	Especie
Papilionoidea	Nymphalidae	5	10	14
	Pieridae	2	10	12
	Lycaenidae	2	5	5
	Papilionidae	1	2	3
Hesperioidea	Hesperiidae	4	7	7
Totales		14	32	41

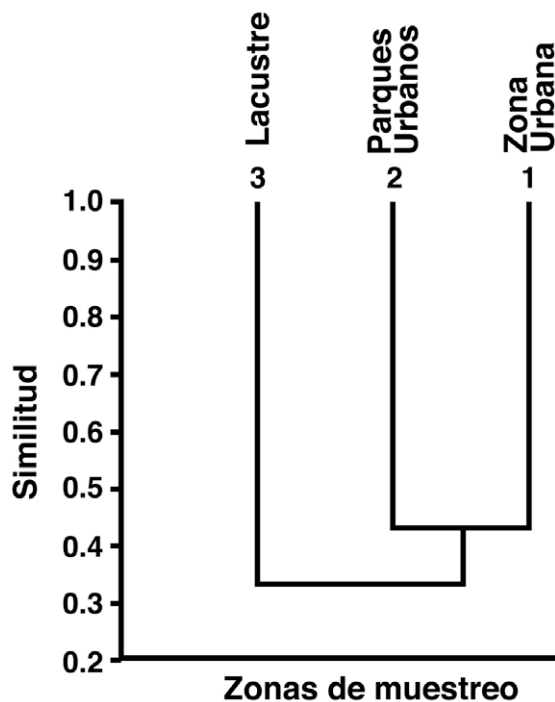


Figura 2. Análisis de conglomerados con base en el Índice de Similitud de Jaccard con el software PAST ver 3.

Discusión

El municipio de Metepec, con 0.30% de la superficie total del Estado de México, cuenta con 11.45% de las mariposas diurnas reportadas para la entidad mexicana. Es posible asociar la riqueza de especies de mariposas con la composición, abundancia y distribución florística natural e inducida (Brown, 1984). Así como con los procesos de urbanización que modifican significativamente el paisaje (Ramírez-Restrepo y MacGregor-Fors, 2017). En la última década el municipio de Metepec ha experimentado cambios de uso de suelo que han transformado 60% del territorio municipal en zona urbana (Gómez-Carmona y Villar-Calvo, 2013). Durante el trabajo de campo realizado en la presente investigación, se observaron viveros, colonias, fraccionamientos, áreas verdes y parques urbanos con especies forestales, plantas medicinales y ornamentales que no necesariamente son de la zona y pueden representar para algunas mariposas una vía de acceso al municipio (Blair y Launer, 1997). Cabe mencionar que en el municipio de Metepec se tienen registrados 312 viveros con plantas ornamentales de diferentes partes del país (SAGARPA, 2010).

Brown y Freitas (2002) encontraron que mientras exista conectividad de la vegetación en el paisaje y niveles bajos de contaminación, la familia Nymphalidae es la que mejor se adapta a las ciudades, particularmente las subfamilias Nymphalinae y Heliconiinae. Asimismo, establecen que la familia Pieridae muestra efectos negativos menores ante la modificación del hábitat y la contaminación. Para el caso del municipio de Metepec, 34% de las mariposas registradas pertenecen a la familia

Nymphalidae, concretamente 21% corresponden a las subfamilias Nymphalinae y Heliconiinae, mientras que 29% pertenecen a la familia Pieridae. En cuanto a las subfamilias Papilioninae, Hesperidae y Lycaenidae, estuvieron menos representadas en el estudio, lo que sugiere la posible existencia de poblaciones pequeñas y localizadas, o con algún grado de especialización hacia plantas huéspedes y alimentarias (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Ramírez-Restrepo et al., 2007).

Cabe destacar que *Chlosyne ehrenbergii* (Pieridae) fue la especie más frecuente en los muestreos y estuvo presente en la zona urbana y parques urbanos, es endémica y de amplia distribución en México (Luis-Martínez, Llorente-Bousquets y Vargas-Fernández, 2003). Se ha reportado que durante la etapa larval, *Chlosyne ehrenbergii* se alimenta de especies del género *Buddleja* (Pérez-Salgado, 2008), un arbusto ornamental reportado para el Estado de México y de amplia distribución en el país (Villaseñor y Espinosa, 1998), lo cual podría asociarse con los registros encontrados en la zona urbana y parques urbanos cuya vegetación es ornamental en su mayoría. En cuanto a *Leptophobia aripa elodia* (Pieridae), se ha reportado como especie con un ciclo de vida multivoltino, con generaciones superpuestas (Santiago-Lastra et al., 2006) y de amplia distribución en México (Llorente-Bousquets et al., 1997, 2006), lo cual podría explicar la frecuencia con la que se encontró en las 3 zonas de muestreo. Los resultados de la presente investigación sugieren la necesidad de realizar un inventario de la flora nativa e introducida presente en el municipio para establecer relaciones entre las especies de mariposas con las plantas hospederas y alimenticias.

De acuerdo con los estimadores Chao 2 y Mao Tau, las especies esperadas son 42 y 41, respectivamente; no obstante, los intervalos de confianza superiores de Chao 2 indican que durante el muestreo se registraron especies raras o accidentales, que aparecen en escaso número de muestras (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), particularmente *Heliconius charithonia vazquezae*, *Eunica monima*, *Urbanus dorantes dorantes*, *Dynamine postverta mexicana*, *Pyrgus albescens*, *Vanessa atalanta rubria*, *Vanessa cardui*, *Eurema salome jamapa* y *Erynnis funeralis* fueron las especies menos frecuentes y se registraron únicamente en la zona urbana, lo que sugiere ampliar la investigación para identificar si son especies residentes o de paso (Ramírez-Restrepo et al., 2007).

El análisis de conglomerados mostró mayor similitud de especies de mariposas entre la zona urbana y parques urbanos, posiblemente por la cercanía y conectividad entre ambas zonas. En la zona urbana se encontraron 87% (36) de las especies registradas para el municipio; de éstas, 17 fueron exclusivas de la ciudad, destacando la presencia de *Urbanus dorantes dorantes*, *Atalopedes campestris huron*,

Erynnis funeralis, *Heliconius charithonia vazquezae*, *Phyciodes mylitta thebais*, *Vanessa atalanta rubria*, *Vanessa cardui*, *Pontia protodice*, *Callophrys xami xami*, especies de amplia distribución en México (Llorente-Bousquets et al., 1997, 2006; Luis-Martínez, Llorente-Bousquets y Vargas-Fernández et al., 2003; Luis-Martínez, Llorente-Bousquets, Vargas-Fernández y Warren, 2003; Vargas-Fernández et al., 2008, 2016; Warren, et al., 2009), así como *Quasimellana balsa*, *Eunica monima* y *Dynamine postverta mexicana* reportadas por primera vez para el Estado de México.

En cuanto a los parques urbanos presentaron 41% (17) de las especies registradas para el municipio, encontrando que *Piruna polingii* solo se registró en esta zona. Esta especie se alimenta de diferentes especies de pastos ubicados en bosques con gradientes de elevación altos (Allen et al., 2005), características que cumple el parque urbano “Cerro de los Magueyes” un volcán monogénico de 64 m de altura (Castro-Orozco, 1999) ubicado a 2,735 m snm, con cobertura forestal densa. Brown y Freitas (2002) establecen que los parques urbanos pueden fungir como conectores y generar diversas interacciones entre los relictos de vegetación natural y el ambiente urbano; por ello, se exhorta a las autoridades encargadas del manejo de estas áreas a generar estrategias para mejorar y enriquecer el hábitat de los parques urbanos del municipio de Metepec, ya que representan una oportunidad para promover el conocimiento de la biodiversidad de la región.

La zona lacustre (L) presentó 39% (16) de las especies presentes en el municipio de Metepec, de las cuales *Marpesia chiron marinus*, *Anteos clorinde*, *Celastrina echo gozora* y *Chalybs hassan*, solo se registraron en esta zona. Se ha reportado que *Celastrina echo gozora* se encuentra en pastos y matorrales cercanos a cuerpos de agua (Allen et al., 2005). *Marpesia chiron marinus* y *Anteos clorinde* son especies de amplia distribución (Llorente-Bousquets et al., 1997, 2006). *Marpesia chiron marinus* es migratoria latitudinal (Dudley y Syrgley, 2008) y *Anteos clorinde* migra altitudinalmente siguiendo el curso de los ríos (Constantino, 2004). *Chalybs hassan* solamente está reportada en el municipio de Malinalco en el Estado de México (Hernández-Mejía et al., 2008). De acuerdo con el censo agropecuario (INEGI, 2007), Malinalco es un municipio con actividad florícola, que en conjunto con los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo, producen más del 70% de plantas para venta local, regional y nacional (Vallejo-León, 2013).

Cabe resaltar que el sitio de muestreo de la zona lacustre (San Lucas Tunco) está ubicado a 9 kilómetros del centro de la ciudad, esta localidad se caracteriza por presentar impacto urbano menor en donde aún existen

zonas inundables con vegetación natural, no obstante es vulnerable a la contaminación proveniente del río Lerma y a la expansión de la mancha urbana (Zepeda-Gómez et al., 2012), por lo que es necesario ampliar los muestreos en esta zona, ya que podría ser un indicativo de las condiciones ambientales originales del municipio.

Tomando como referencia el trabajo realizado por Hernández-Mejía et al. (2008) en el Estado de México, se realizó una comparación del número de especies registradas en el municipio de Toluca (tabla 3), ya que en los municipios colindantes no hay registros publicados, lo que sugiere la necesidad de ampliar investigaciones en la zona para conocer las interacciones, conexiones, modificaciones y/o adaptaciones de las mariposas con el desarrollo urbano, pues el conocimiento de la biodiversidad local es una herramienta básica para repensar, rediseñar, adecuar y/o planificar paisajes urbanos con el objetivo de reconciliar la vida silvestre con las ciudades (Rosenzweig, 2003).

Algunas estrategias que se han propuesto a nivel internacional y que podrían ser replicables en el municipio son: la recuperación de áreas verdes con la plantación de especies nativas de la región, la recuperación de camellones, glorietas y plazas que sirvan como “parques para polinizadores” (Hopwood, 2008; Kearns, et al., 1998; Leston y Koper, 2017); así como evitar el uso de pesticidas en áreas verdes. Es importante resaltar que todas las acciones deben fundamentarse en el conocimiento previo sobre la biología y ecología de las especies (Kremen et al., 1994). Asimismo, es necesario sensibilizar e incluso regular mediante un marco legal, el uso de vegetación nativa en el desarrollo urbano, así como promover entre

Tabla 3

Comparación de la diversidad alfa presente en el municipio de Metepec, respecto al municipio de Toluca y el Estado de México (*sensu* Hernández-Mejía et al., 2008).

Categoría taxonómica	Metepec	Toluca	Estado de México
Superfamilia	2	2	2
Familia	5	6	6
Subfamilia	14	10	22
Género	34	16	208
Especie	41	17	358

los habitantes la protección y la conservación de la biodiversidad urbana local.

Agradecimientos

Al Institute for Biodiversity Research, Development and Sustainability (iBIRDS-<https://ibirds.org>) y al Laboratorio de Investigación y Análisis, Entomological Research por el financiamiento de la presente investigación. A Elda Fernández, Itzayana S. Fuentes Jaime S. Fuentes, por el apoyo en el trabajo de campo. A Karla A. Ambriz y Lidia R. Ordoñez, del Museo Universitario de Historia Natural Dr. Manuel M. Villada UAEMex, por el acceso a la colección White. A Celene Salgado Miranda por la revisión del manuscrito. A los editores y revisores de la RMB, por las valiosas aportaciones realizadas al texto.

Apéndice. Listado taxonómico de Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea (*sensu* Llorente-Bousquets et al. 2006 y Warren 2009) en el municipio de Metepec, Estado de México.

	U	PU	L	Total	F (%)
Superfamilia Hesperioidea					
Familia Hesperidae					
Subfamilia Eudaminae					
<i>Autochton cincta</i> (Plötz, 1882)	5	0	0	5	1.2
<i>Urbanus dorantes dorantes</i> (Stoll, [1790])	3	0	0	3	0.7
Subfamilia Hesperinae					
<i>Atalopedes campestris huron</i> (Edwards, 1863)	5	0	0	5	1.2
<i>Quasimellana balsa</i> (Bell, 1942)*	2	0	0	2	0.5
Subfamilia Heteropterinae					
<i>Piruna polingii</i> (Barnes, 1900)	0	4	0	4	0.9
Subfamilia Pyrginae					
<i>Erynnis funeralis</i> (Scudder et Burgess, 1870)	2	0	0	2	0.5
<i>Pyrgus albescens</i> Plötz, 1884	3	0	0	3	0.7

Apéndice
Continuación

	U	PU	L	Total	F (%)
Superfamilia Papilionoidea					
Familia Nymphalidae					
Subfamilia Biblidinae					
<i>Eunica monima</i> (Stoll, [1782])*	3	0	0	3	0.7
<i>Dynamine postverta mexicana</i> D'Almeida, 1952*	3	0	0	3	0.7
Subfamilia Cyrestinae					
<i>Marpesia chiron marius</i> (Cramer, [1779])	0	0	6	6	1.4
Subfamilia Danainae					
<i>Danaus plexippus plexippus</i> (Linnaeus, 1758) ⁺⁺	7	5	2	14	3.2
Subfamilia Heliconiinae					
<i>Dione junio huascuma</i> (Reakirt, 1866)	20	2	0	22	5.1
<i>Dione moneta poeyii</i> Butler, 1873	2	4	0	6	1.4
<i>Heliconius charithonia vazquezae</i> Comstock et Brown, 1950	3	0	0	3	0.7
Subfamilia Nymphalinae					
<i>Chlosyne ehrenbergii</i> (Geyer, [1833]) ⁺	34	15	0	49	11.3
<i>Phyciodes mylitta thebais</i> Godman et Salvin, 1878	6	0	0	6	1.4
<i>Nymphalis antiopa antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	10	0	6	16	3.7
<i>Vanessa annabella</i> (Field, 1971)	13	0	8	21	4.9
<i>Vanessa atalanta rubria</i> (Fruhstorfer, 1909)	3	0	0	3	0.7
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	0	3	0.7
<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, [1773])	18	5	4	27	6.3
Familia Pieridae					
Subfamilia Coliadinae					
<i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824])	0	0	4	4	0.9
<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)	3	2	3	8	1.9
<i>Colias eurytheme</i> Boisduval, 1852	9	7	3	19	4.4
<i>Eurema दौरा sidonia</i> (R. Felder, 1869)	3	2	0	5	1.2
<i>Eurema salome jamapa</i> (Reakirt, 1866)	2	0	0	2	0.5
<i>Nathalis iole iole</i> Boisduval, [1836]	9	3	5	17	3.9
<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, [1779])	4	2	0	6	1.4
<i>Zerene cesonia cesonia</i> (Stoll, [1790])	8	4	2	14	3.2
Subfamilia Pierinae					
<i>Catasticta teutila teutila</i> (Doubleday, 1847) ⁺	7	0	0	7	1.6
<i>Eucheira socialis socialis</i> Westwood, 1834 ⁺	13	2	0	15	3.5
<i>Leptophobia aripa elodia</i> (Boisduval, 1836)	24	12	8	44	10.2
<i>Pontia protodice</i> (Boisduval et Le Conte, [1830])	11	0	0	11	2.5
Familia Lycaenidae					
Subfamilia Polyommatainae					
<i>Celastrina gozora</i> (Boisduval, 1870)	0	0	4	4	0.9
<i>Echinargus isola</i> (Reakirt, [1867])	4	3	3	10	2.3

Apéndice
Continuación

	U	PU	L	Total	F (%)
<i>Leptotes marina</i> (Reakirt, 1868)	3	4	0	7	1.6
Subfamilia Theclinae					
<i>Callophrys xami xami</i> (Reakirt, [1867])	13	0	0	13	3.0
<i>Chalybs hassan</i> (Stoll, [1790])	0	0	5	5	1.2
Familia Papilionidae					
Subfamilia Papilioninae					
<i>Papilio polyxenes asterius</i> Stoll, 1782	2	0	3	5	1.2
<i>Pterourus garamas garamas</i> (Geyer, [1829]) ⁺	6	0	0	6	1.4
<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i> (Kirby, 1884)	18	2	4	24	5.6

* Nuevo registro estatal.

+ Endemismo (Luis-Martínez Llorente-Bousquets y Vargas-Fernández, 2003; Hernández-Mejía et al., 2008).

++ Categoría de riesgo. Sujeta a protección especial (Pr) Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010.

Zona: U, urbana; PU, parque urbano; L, lacustre.

F= Frecuencia de especies. $F = (n/t) * 100$, donde n es el número total de individuos de cada especie, y t es el número total de individuos recolectados (Dajoz, 1973; Zanuncio et al., 1998).

Referencias

- Ackery, P. R. y Smiles, L. (1976). An illustrated list of the type-specimens of the Heliconiidae (Lepidoptera: Nymphalidae) in the British Museum (Natural History). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 32, 173–214.
- Allen, T. J., Brock, J. P. y Glassberg, J. (2005). *Caterpillars in the field and garden: a field guide to the butterfly caterpillars of North America*. New York: Oxford University Press.
- Austin, G. T. y Emmel, J. F. (1998). A review of *Papilio multicaudatus* Kirby (Lepidoptera: Papilionidae) En T. C. Emmel (Ed.), *Systematics of Western North American butterflies* (pp. 691–700). Gainesville: Mariposa Press.
- Austin, G. T. y Warren, A. D. (2001). Taxonomic notes on some Neotropical skippers (Lepidoptera: Hesperidae): *Pyrgus*, *Heliopyrgus*, and *Heliopetes* (Pyrginae). *Dugesiana*, 8, 1–13.
- Beutelspacher, C. R. (1984). Una nueva subespecie de *Eucheira socialis* Westwood (Lepidoptera: Pieridae) de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 54, 111–118.
- Beutelspacher, C. R. (1986). Algunas observaciones taxonómicas sobre el género *Catasticta* Butler en México, con la descripción de una nueva subespecie (Lepidoptera: Pieridae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 57, 153–160.
- Beutelspacher, C. R. (1991). Estado taxonómico actual en México del complejo *Eurema daira* (Lepidoptera: Pieridae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 62, 115–128.
- Blair, R. B. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications*, 9, 164–170. <https://doi.org/10.2307/2641176>
- Blair, R. B. (2001). Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is urbanization creating a homogeneous fauna? En J. L. Lockwood y M. L. McKinney (Eds.), *Biotic homogenization* (pp. 33–56). Norwell, MA: Kluwer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1261-5_3
- Blair, R. B. y Launer, A. E. (1997). Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*, 80, 113–125. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00056-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00056-0)
- Borror, D. J., Triplehorn, C. H. y Johnson, N. F. (1992). *An introduction to the study of insects. Sexta edición*. Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Brown, J. H. (1984). On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist*, 124, 255–279. <https://doi.org/10.1086/284267>
- Brown, K. S. y Freitas, A. V. L. (2002). Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 6, 217–231. <https://doi.org/10.1023/A:1024462523826>
- Brown, F. M. y Miller, L. D. (1980). The types of the Hesperiid butterflies named by William Henry Edwards. Part II, Hesperidae: Hesperinae, Section II. *Transactions of the American Entomological Society*, 106, 43–88. <https://www.jstor.org/stable/25078253>
- Burns, J. M. (1994). Genitalia at the generic level: *Atrytone* restricted, *Anatrytone* resurrected, new genus *Quasimellana* and yes! we have no *Mellanas*. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 48, 273–337.
- Burns, J. M. (1997). Presidential address 1996: on the beauties, uses, variation, and handling of genitalia. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 51, 1–8.

- Burns, J. M. (2000). *Pyrgus communis* and *Pyrgus albescens* (Hesperiidae: Pyrginae) are separate transcontinental species with variable but diagnostic valves. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 54, 52–71.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A. y Schwarz, K. (2008). Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualizing land cover and a framework for classification. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 80–88. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[80:SHIUER\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[80:SHIUER]2.0.CO;2)
- Castro-Orozco, O. (1999). *Monografía municipal de Metepec*. Toluca, Estado de México: Gobierno del Estado de México/ Instituto Mexiquense de Cultura/ Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales.
- Cibrián, T. D., Méndez, M. J. T., Campos, B. R., Yates, III H. O. y Flores, J. L. (1995). *Insectos forestales de México*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo, México/ Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México/ Forest Service, United States Department of Agriculture, USA/ North American Forestry Commission, FAO.
- Colwell, R. K. (2006). Estimates statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Colwell, R. K., Mao, C. X. y Chang, J. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85, 2717–2727. <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- Constantino, L. M. (2004). Género *Anteos*. En J. F. LeCrom, J. Llorente-Bousquets, L. M. Constantino y J. A. Salazar (Eds.), *Mariposas de Colombia*. Tomo 2: Pieridae. Bogotá: Carlec Ed.
- Dajoz, R. (1973). *Ecologia Geral*. Petropolis /RJ, Brazil: Vozes.
- De la Maza, R. F. (1987). *Mariposas mexicanas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V.
- Dimock, T. E. (1973). Three natural hybrids of *Vanessa atalanta rubria* x *Cynthia annabella* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 27, 274–278.
- Dudley, R. y Srygley, R. B. (2008). Airspeed adjustment and lipid reserves in migratory Neotropical butterflies. *Functional Ecology*, 22, 264–270. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01364.x>
- Edwards, W. M. H. (1863). Descriptions of certain species of diurnal Lepidoptera, found within the limits of the United States and British America No. 1. *Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia*, 2, 14–22.
- Eitschberger, U. y Racheli, T. (1998). *Catacticta* studies. *Neue Entomologische Nachrichten*, 41, 1–94.
- Field, W. D. (1971). Butterflies of the genus *Vanessa* and of the resurrected genera *Bassaris* and *Cynthia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 84, 1–105. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.84>
- Gaceta de Gobierno Estatal (1988). Decreto del Ejecutivo del Estado, por el que se crea el parque municipal de recreación popular denominado "El Calvario" ubicado en el Municipio de Metepec, Estado de México. Recuperado el 10 de febrero 2019, de: [https://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PM-73%20CALVARIO%20DE%20METEPEC\(DT\).pdf](https://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PM-73%20CALVARIO%20DE%20METEPEC(DT).pdf)
- Gaceta de Gobierno Estatal (2017). Decreto del Ejecutivo del Estado, por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque urbano al denominado "Parque Ambiental Bicentenario" ubicado en el Municipio de Metepec, Estado de México. Recuperado el 10 de febrero 2019, de: <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2017/mar287.pdf>
- Gaceta de Gobierno Municipal (2018). Plan de Desarrollo Municipal de Metepec, Estado de México. Recuperado el 30 de enero 2018, de: https://gobedomex-my.sharepoint.com/personal/copladem1_edomex_gob_mx/Documents/Planes%20de%20Desarrollo%202015-2018/PDM%20Metepec%202016-2018.pdf
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Serie Libros Núm. 6. México D.F.: Instituto de Geología, UNAM.
- Godman, F. D. y Salvin, O. (1901) Insecta. Lepidoptera-Rhopalocera. *Biologia Centrali-Americana*. London: Porter R. H. (ed.).
- Gómez-Carmona, G. y Villar-Calvo, A. J. (2013). Apropiación simbólica y reconfiguración identitaria del espacio urbano en Metepec, Estado de México. *Nova Scientia*, 6, 268–290. <https://doi.org/10.21640/ns.v6i11.83>
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M. T. y Ferrari, L. (2005). Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen Conmemorativo del Centenario, Temas Selectos de la Geología Mexicana*, 62, 227–283. <https://doi.org/10.18268/bsgm2005v57n3a2>
- Gonzalo-Andrade, C. M., Henao, E. R. B. y Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37, 311–325. <https://doi.org/10.18257/racefyn.12>
- Gunder, J. D. (1928). A review of genus *Zerene* Hbn., in the United States (Lepid., Rhopalocera). *The Pan-Pacific Entomologist*, 4, 97–102.
- Hernández-Mejía, B. C. (2005). *Composición y gremios alimentarios de mariposas ropalóceras de la superfamilia Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en el municipio de Malinalco, Estado de México (Tesis)*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Hernández-Mejía, B. C. (2009). *Riqueza, distribución y gremios alimentarios de mariposas ropalóceras de la familia Hesperidae (Lepidoptera: Hesperioidea), en el sur del Estado de México (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Hernández-Mejía, B. C., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A. y Llorente-Bousquets, J. (2008). Distribución de las mariposas ropalóceras (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) del

- Estado de México, México. *Revista de Biología Tropical*, 56, 1309–1341. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i3.5712>
- Hewitson, W. C. (1869). *Illustrations of diurnal Lepidoptera. Lycaenidae*. Londres: John Van Voorst.
- Higgins, L. G. (1981). A revision of *Phyciodes* Hübner and related genera, with a review of the classification of the Melitaeinae. *Bulletin of the British Museum Natural History*, 43, 77–243.
- Hopwood, J. L. (2008). The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biological Conservation*, 141, 2632–2640. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.026>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2007). Censo agropecuario 2007. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=9747&e=07>
- Jenkins, D. W. (1990). Neotropical Nymphalidae VIII. Revision of *Eunica*. *Bulletin of the Allyn Museum*, 131, 1–177.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberica de Aracnología*, 8, 151–160.
- Johnson, K. y Bálint, Z. (1995). Distinction of *Pseudochrysops*, *Cyclargus*, *Echinargus* and *Hemiargus* in the Neotropical Polyommatainae (Lepidoptera, Lycaenidae). *Reports of the Museum of Natural History, University of Wisconsin*, 54, 1–14.
- Kearns, C. A., Inouye, D. W. y Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 83–112. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83>
- Kevan, P. G. y Bye, R. A. (1991). The natural history, sociobiology and ethnobiology of *Eucheira socialis* Westwood (Lepidoptera: Pieridae), a unique and littleknown butterfly from Mexico. *Entomologist*, 110, 146–165.
- Kremen, C., Merenlender A. M. y Murphy, D. D. (1994) Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 8, 388–397. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08020388.x>
- Leite, L. A. R., Casagrande, M. M. y Mielke, O. H. H. (2013). External morphology of the adult of *Dynamine postverta* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae) and patterns of morphological similarity among species from eight tribes of Nymphalidae. *Revista Brasileira de Entomologia*, 57, 133–148. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262013005000006>
- Leston, L. y Koper, N. (2017). Urban rights-of-way as extensive butterfly habitats: A case study from Winnipeg, Canada. *Landscape and Urban Planning*, 157, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.026>
- Lindsey, A., Bell, E. L. y Williams Jr., R. C. (1931). The Hesperioidea of North America. *Denison University Bulletin*, 26, 1–142.
- Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, A. y Vargas-Fernández, I. (2006). Apéndice general de Papilionoidea, distribución estatal y provincias biogeográficas. En J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana* (pp. 733–792). México D.F.: Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Llorente-Bousquets, J., Oñate-Ocaña, L., Luis-Martínez A. y Vargas-Fernández, I. (1997). *Papilionoidea y Pieridae de México: distribución geográfica e ilustración*. México D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM/ Conabio.
- Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J. y Vargas-Fernández, I. (2003). *Nymphalidae de México I (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae): distribución geográfica e ilustración*. México D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM/ Conabio.
- Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I. y Pozo, C. (2010). *Nymphalidae de México III (Nymphalinae). Distribución geográfica e ilustración*. México D.F.: Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I. y Warren, A. D. (2003). Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings- Entomological Society of Washington*, 101, 209–224.
- MacGregor-Fors, I., Escobar, F., Rueda-Hernández, R., Avendaño-Reyes, S., Baena, M. L., Bandala, V. M. et al. (2016). City “green” contributions: the role of urban greenspaces as reservoirs for biodiversity. *Forests*, 7, 146. <https://doi.org/10.3390/f7070146>
- McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosyst*, 11, 161–176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M y T Manuales y Tesis Sea, vol. 1. Zaragoza.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1992). Convention on Biological Diversity (CBD). Recuperado el 30 enero2018, de: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- ONU-Habitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos). (2012). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe. Rumbo a una nueva transición urbana. Recuperado el 30 octubre 2018, de: http://www.cinu.mx/minisitio/Informe_Ciudades/SOLACC_2012_web.pdf
- Pérez-Salgado, J., Ángel-Ríos, M. D. y Hernández-Castro, E. (2008). *Aportaciones a la biología de Chlosyne ehrenbergii (striped patch) (Lepidoptera: Nymphalidae) plaga de Buddleja sessiliflora Kunth planta medicinal*. Sociedad Mexicana de Entomología. Recuperado el 7 noviembre 2018, de: <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2008/BHN/194-197.pdf>
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2014). Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología. Recuperado el 30 enero 2018, de: <http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf>
- Pulido, H. W., Gonzalo-Andrade, M. y Llorente-Bousquets, J. (2010). Taxonomía y distribución de *Nathalis* (Lepidoptera: Pieridae) en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 58, 273–285. <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i1.5209>

- Ramírez-Restrepo, L. y MacGregor-Fors, I. (2017). Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20, 171–182. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0579-4>
- Ramírez-Restrepo, L., Ulloa-Chacón, P. y Constantino, L. M. (2007). Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33, 54–63.
- Rosenzweig, M. L. (2003). Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx*, 37, 194–205. <https://doi.org/10.1017/s0030605303000371>
- Rothschild, L. W. y Jordan, K. (1906). A revision of the American *Papilios*. *Novitates Zoologicae*, 13, 411–752. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.22801>
- Rutowski, R. L., Macedonia, J. M., Merry, J. W., Morehouse, N. I., Yturalde, K., Taylor-Taft, L. et al. (2007). Iridescent ultraviolet signal in the orange sulphur butterfly (*Colias eurytheme*): spatial, temporal and spectral properties. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90, 349–364. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00749.x>
- Rydon, A. (1964). Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterological Society*, 18, 51–58.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). (2010). “Invernaderos rústicos”. Recuperado el 7 noviembre 2018, de: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Invernadero%20R%C3%Bastico.pdf>
- Santiago-Lastra, J. A., García Barrios, L. E., Rojas, J. C. y Perales-Rivera, H. (2006). Host selection behavior of *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae). *Florida Entomologist*, 89, 127–134. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2006\)89\[127:HSBOLA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2006)89[127:HSBOLA]2.0.CO;2)
- Stoll, M. C. (1790). Aanhangsel van het Werk, de Uitlandsche Kapellen Aanhangsel Werk, Uitl. *Kapellen*, 1, 1–42.
- Vallejo-León, V. L. (2013). *Implicaciones socioambientales por reconversión productiva agrícola basas en la agricultura protegida. Estudio de caso: Ejido de Jalmolonga, en Malinalco, Estado de México (Tesis de maestría)*. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Vargas-Fernández, I., Llorente-Bousquets, J. y Luis-Martínez, A. (2016). *Adiciones a la serie papilionoidea de México: distribución geográfica e ilustración*. México D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Vargas-Fernández, I., Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, A. y Pozo, C. (2008). *Nymphalidae de México II (Libytheinae, Ithomiinae, Morphinae y Charaxinae): distribución geográfica e ilustración*. México D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM/ Conabio.
- Villaseñor, J. L. y Espinosa, G. F. J. (1998). *Catálogo de malezas de México*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México/ Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario/ Fondo de Cultura Económica.
- Warren, A. D. (2008). A new species of *Atrytonopsis* from western Mexico (Lepidoptera: Hesperidae: Hesperinae: Hesperini). *The Pan-Pacific Entomologist*, 84, 257–268. <https://doi.org/10.3956/2008-17.1>
- Warren, A. D., Davis, K. J., Grishin, N. V., Pelham, J. P. y Stangeland, E. M. (2012). Interactive listing of American butterflies. Disponible en: <http://www.butterfliesofamerica.com>
- Warren, A. D., Ogawa, J. R. y Brower, A. Z. (2009). Revised classification of the family Hesperidae (Lepidoptera: Hesperioidea) based on combined molecular and morphological data. *Systematic Entomology*, 34, 467–523. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2008.00463.x>
- Zanuncio, J. C., Mezzomo, J. A., Guedes, R. N. C. y Oliveira, A. C. (1998). Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 108, 85–90. [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(98\)00215-1](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(98)00215-1)
- Zepeda-Gómez, C., A. Lot-Helgueras, X. A. Nemiga y D. Madrigal-Urbe. (2012). Florística y Diversidad de las Ciénegas del río Lerma Estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana*, 98, 23–49. <https://doi.org/10.21829/abm98.2012.1139>