



ARTÍCULO CIENTÍFICO

DIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS (LEPIDOPTERA: HESPERIOIDEA Y PAPILIONOIDEA) DE UNA ZONA MONTAÑOSA EN OTZOLOTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

Esteban Jiménez-Sánchez ¹ 
Adriana Romero-Lozano ¹
María Eugenia Díaz-Batres ²
Jorge Ricardo Padilla-Ramírez ¹

¹ Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

² Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental.

 estjimsan@gmail.com

¹Avenida de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C. P. 54090, Tlalnepantla, estado de México, México.

²Circuito Correr es Salud s/n, 2ª. Sección del Bosque de Chapultepec, C. P. 11800, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

Folia Entomológica Mexicana (nueva serie), 5(2): 66–79, 2019.

Recibido: 24 de enero 2019

Aceptado: 5 de julio 2019

Publicado en línea: 31 de agosto 2019

DIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS (LEPIDOPTERA: HESPERIOIDEA Y PAPILIONOIDEA) DE UNA ZONA MONTAÑOSA EN OTZOLOTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) of a mountainous area in Oztolotepec, State of Mexico, Mexico

Esteban Jiménez-Sánchez^{1*}, Adriana Romero-Lozano¹, María Eugenia Díaz-Batres² y Jorge Ricardo Padilla-Ramírez¹.

¹Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

²Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental.

*Autor de correspondencia: estjimisan@gmail.com

RESUMEN. Diversidad de lepidópteros diurnos (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) de una zona montañosa en Oztolotepec, estado de México, México. Los estudios de mariposas llevados a cabo por arriba de los 2,000 m en México son escasos, además; solamente en una cuarta parte de los municipios del Estado de México se han realizado muestreos sistemáticos. Aquí se estudiaron los lepidópteros diurnos de montaña; se analizó su abundancia, riqueza, diversidad y fenología. Las recolecciones se realizaron quincenalmente de noviembre de 2012 a octubre de 2013 con red aérea, a lo largo de un transecto de 1.2 km entre 2,900 y 3,000 msnm en un bosque de coníferas. Se obtuvo un total de 413 individuos agrupados en 27 especies de Papilionoidea y siete de Hesperioidea, que representaron alrededor del 90% de las especies estimadas para el área (Chao1 = 37, Ace = 38). Las familias Pieridae y Nymphalidae tuvieron la mayor riqueza (62 %) y abundancia (87 %). Cuatro especies concentraron el 56.2 % de la abundancia total y 30 tuvieron menos de 20 individuos. La mayor riqueza (28) y abundancia (290) se registró en la sequía, ocho especies fueron exclusivas de este periodo y seis de las lluvias, las restantes 20 estuvieron presentes en ambos periodos. La riqueza de Papilionoidea es una de las más altas registradas por arriba de los 2,800 msnm en localidades del Eje Neovolcánico y corresponde con la fauna comúnmente observada en esta región. Veintiuna de las especies están ampliamente distribuidas en el país, se registraron dos especies endémicas que habitan en las zonas montañosas del centro de México y ocho especies son primeros registros para el estado de México. La mayor abundancia de lepidópteros durante la sequía, posiblemente se debió al aporte constante de humedad por parte del río presente en el área, mientras que en las lluvias el predominio de días nublados provocó la disminución de la captura de mariposas.

Palabras clave: Pieridae, Nymphalidae, *Paramacera alliny*, *Leptophobia aripa elodia*, mariposas, coníferas, distribución, fenología, Capulhuac.

ABSTRACT. Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) of a mountainous area in Oztolotepec, estado de Mexico, Mexico. The studies of butterflies carried out above the 2,000 m in Mexico are scarce, besides; only in a quarter of the municipalities of the state of Mexico has systematic samplings. Therefore, the diurnal butterflies of mountain area were studied; abundance, richness, diversity and phenology were analyzed. The collections were made fortnightly from November 2012 to October 2013, using aerial net, through a 1.2 km transect between 2,900 a 3,000 m a.s.l. in a coniferous forest. A total of 413 individuals were obtained belonging to 27 species of Papilionoidea and seven of Hesperioidea, both corresponded to around 90% of the number of species estimated for the area (Chao1 = 37, Ace = 38). The families Pieridae and Nymphalidae had the highest richness (62 %) and abundance (87 %). Four species grouped the 56.2 % of the total abundance and 30 had less than 20 individuals. The highest richness (28) and abundance (290) were recorded during drought, eight species were exclusive of this period and six of the rainy seasons, the remaining 20 were present in both periods. The richness of Papilionoidea is one the highest recorded above 2,800 m in localities of the Neovolcanic Axis and corresponds with the fauna commonly observed in this region. Twenty-one of the species are widely distributed in the country, two endemic species of the mountain area of central Mexico were recorded and eight species were recorded for the first time from the estado de México. The highest abundance of butterflies during drought, possibly due to the constant contribution of moisture from the river present in the area, while in the rainy season the predominance of cloudy days caused the decreased of the capture of butterflies.

Key words: Pieridae, Nymphalidae, *Paramacera alliny*, *Leptophobia aripa elodia*, butterflies, coniferous, distribution, phenology, Capulhuac.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se han descrito y denominado 158,570 especies de lepidópteros en el mundo (Zhang, 2013) para México se conocen 14,507, de las cuales 1,683 especies corresponden a mariposas diurnas (Rhopaloceros), de las que 235 son endémicas del país (Llorente Bousquets *et al.*, 2014).

En el estado de México se tienen registradas 194 especies de Papilionoidea (Llorente-Bousquets *et al.*, 2014) y 95 de Hesperioidea (Hernández-Mejía *et al.*, 2008) lo que en conjunto equivale al 19 % de las especies de Rhopalocera del país. Sin embargo, solamente 30 de los 122 municipios del estado de México cuentan con registros de mariposas diurnas derivados de muestreos sistemáticos; en los restantes municipios solo se tienen datos dispersos; la parte norte y suroeste del estado aún requieren mayor atención (Hernández-Mejía *et al.*, 2008).

Uno de los municipios que no ha sido explorado es el de Oztolotepec, que cuenta con bosques de coníferas bien conservados por arriba de los 2,700 m, lo que lo hace un sitio de interés, si se considera, además, que en el país la fauna de mariposas de montaña distribuidas por arriba de los 2,000 m está poco estudiada. Entre las investigaciones que se han llevado a cabo se encuentra la de San Rafael (Barrera y Romero, 1986) en el estado de México; Los Dínamos (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990) en el D. F. (= Ciudad de México); Huitzilac (Lara, 1999) y Derrame de Chichinautzin (Valencia, 1999) en Morelos; El Chico en el estado de Hidalgo (Bizuet-Flores, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 2001) y en diversas localidades de la Sierra Nevada que abarca el estado de México, Tlaxcala; Puebla y Morelos (Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004). Mientras que en la región norte del país se encuentra el realizado en La Michilia, Durango (Díaz-Batres *et al.*, 2001).

En dichos estudios se ha observado que la diversidad de lepidópteros diurnos decrece con la altitud, sobre todo en localidades ubicadas por arriba de los 2,800 m, que es la altitud a la que se encuentra la localidad estudiada. Por lo tanto, el

objetivo de este estudio es conocer la diversidad de lepidópteros diurnos presentes en una zona montañosa en San Mateo Capulhuac, así como, analizar su abundancia, riqueza, diversidad y fenología.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. Se ubicó en la comunidad de San Mateo Capulhuac, que pertenece al municipio de Oztolotepec en el occidente del estado de México (Fig. 1). Se encuentra en la cuenca hidrológica Lerma-Santiago y forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac. El clima correspondió a un semifrío subhúmedo C(E)(W2)(w)b(i)g (INEGI, 2018) con una precipitación promedio total anual de 1,015 mm, la temporada de lluvias va de mayo a octubre (> 66 mm) (SMN, 2018a). La vegetación está conformada por bosque de coníferas compuesto por especies de los géneros *Pinus* spp. y *Abies* spp., así como bosque mixto de pino-encino en algunas zonas (Campos y Hernández, 2017), a los lados de los caminos de terracería se presenta vegetación inducida como sembradíos de maguey, maíz y vegetación ruderal (obs. pers. A. Romero).

Trabajo de campo. Los muestreos se realizaron quincenalmente durante un año, de noviembre de 2012 a octubre de 2013, a lo largo de un sendero en un transecto de 1.2 km paralelo al río Solanes de corriente perenne, el punto inicial del transecto fue en los 19° 28' 58.9'' N y los 99° 28' 58.9'' W a una altitud de 2,900 m y el punto final en los 19° 29' 39.7'' N y los 99° 30' 57'' W a 3,000 m (Fig. 1). En total se llevaron a cabo 24 recolectas, en un horario de 11:00 a 15:00 h con la participación de dos personas, que sumaron un esfuerzo de captura total de 215 horas. Los lepidópteros fueron capturados por medio de redes entomológicas, se sacrificaron con acetato de etilo y puestos de manera individual en bolsas de papel glacine, cada bolsa fue rotulada con los datos de recolecta; posteriormente se colocaron en un recipiente hermético para ser transportadas al laboratorio (Díaz-Batres *et al.*, 2001).

Trabajo en laboratorio. Los lepidópteros fueron

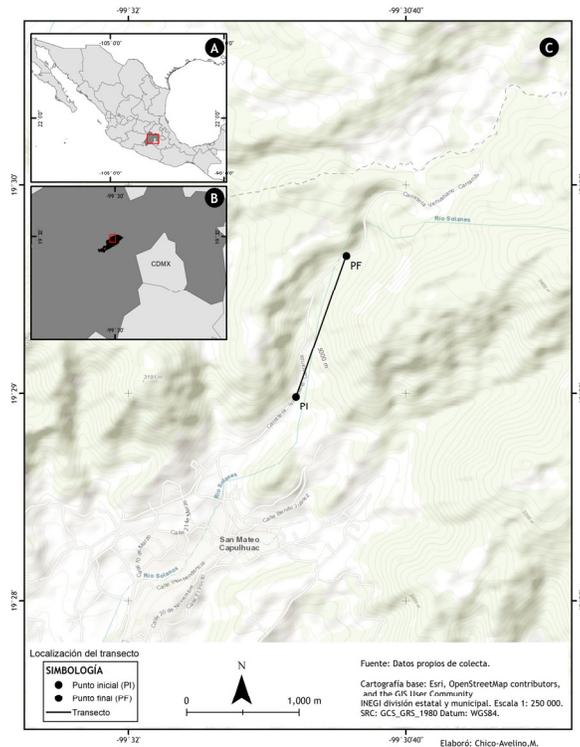


Figura 1. Ubicación del área de estudio y transecto realizado.

colocados en una cámara húmeda para ablandarlos y posteriormente se montaron con alfiler entomológico. La identificación taxonómica se llevó a cabo mediante consulta de literatura e imágenes especializadas tales como: Llorente-Bousquets *et al.* (1997); Luis-Martínez, Llorente-Bousquets y Vargas-Fernández (2003); Díaz Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Sada y Madero Farias (2011). Así como, por comparación con ejemplares identificados de la Colección Entomológica del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México (MHNCM).

Los especímenes montados e identificados fueron catalogados en la base de datos MANTIS versión 2.0.1. (Naskrecki, 2008). A partir de ésta se realizaron cuadros con ayuda del software Excel® de Microsoft®. Los datos fueron agrupados por mes y se contabilizó el número de especies (riqueza) y el número de individuos (abundancia) por muestreo, mes y época del año. Para evaluar la eficiencia del muestreo se elaboraron curvas de acumulación de especies con los estimadores Chao1 y ACE (Colwell y Coddington, 1994), con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013). También, se calculó el índice de diversidad de Shannon para

comparar entre épocas del año y se aplicó una prueba de *t* Hutcheson para índices de diversidad para ver si había diferencias significativas (Magurran, 1989), dichos cálculos se realizaron con el programa PAST versión 3.14 (Hammer, Harper y Ryan, 2001).

Los ejemplares fueron depositados en la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM (CAFESI), Tlalnepantla, estado de México y en la Colección Entomológica del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México (MHNCM).

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 413 individuos agrupados en 34 especies; 27 de la superfamilia Papilionoidea y siete de la superfamilia Hesperioidea, con 21 y seis géneros respectivamente, en conjunto representaron 13 subfamilias y seis familias (Cuadro 1).

La curva de acumulación de especies no alcanzó la fase asíntota, los estimadores sugieren que se capturó entre el 89 % (Chao1 = 37) y 92 % (Ace = 38) de las especies que habitan en la zona (Fig. 2).

Cuadro 1. Lista de especies de Rhopalocera de San Mateo Capulhuac. El arreglo de la lista de Papilionoidea fue basado en Llorente-Bousquets *et al.* (2006) y el de Hesperioidea en Warren (2000). Primer registro para el estado (*).

Papilionoidea		
Papilionidae	Papilioninae	<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i> (W.F. Kirby, 1884)
Pieridae	Coliadinae	<i>Colias eurytheme</i> Boisduval, 1852 <i>Zerene cesonia cesonia</i> (Stoll, 1790) <i>Anteos clorinde</i> (Godart, [1824]) <i>Phoebis neocypris virgo</i> (Butler, 1870) <i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777) <i>Eurema दौरa eugenia</i> (Wallengren, 1860) <i>Eurema mexicana mexicana</i> (Boisduval, 1836) <i>Eurema salome jamapa</i> (Reakirt, 1866) <i>Nathalis iole iole</i> Boisduval, 1836
	Pierinae	<i>Hesperocharis graphites avivolans</i> (Butler, 1865) <i>Catasticta nimbice nimbice</i> (Boisduval, 1836) <i>Catasticta teutila teutila</i> (Doubleday, 1847) <i>Pontia protodice</i> (Boisduval & Leconte, [1830]) <i>Leptophobia aripa elodia</i> (Boisduval, 1836)
Lycaenidae	Polyommatainae	<i>Celastrina argiolus gozora</i> (Boisduval, 1870) <i>Echinargus isola</i> (Reakirt, [1867])
Riodinidae	Riodininae	<i>Emesis zela cleis</i> (W.H. Edwards, 1882)
Nymphalidae	Danainae	<i>Danaus plexippus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)
	Satyrinae	* <i>Paramacera allyni</i> L.D. Miller, 1972
	Nymphalinae	<i>Nymphalis antiopa antiopa</i> (Linnaeus, 1758) <i>Polygonia haroldii</i> (Dewitz, 1877) <i>Vanessa annabella</i> (Field, 1971) <i>Vanessa atalanta rubria</i> (Fruhstorfer, 1909) <i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773) * <i>Phyciodes mylitta mylitta</i> (W. H. Edwards, 1861)
	Heliconinae	<i>Dione moneta poeyii</i> Butler, 1873
Hesperioidea	Hesperiidae	
	Eudaminae	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, [1790])
	Pyrginae	* <i>Erynnis pacuvius</i> (Lintner, 1878)
	Heteropterinae	* <i>Piruna polingii</i> (Barnes, 1900)
	Hesperiinae	* <i>Halotus rica</i> (Bell, 1942) * <i>Poanes melane vitellina</i> (Herrich-Schäffer, 1869) * <i>Paratrytone aphractioia</i> Dyar, 1914 <i>Paratrytone</i> sp. nov. (Warren en prep)

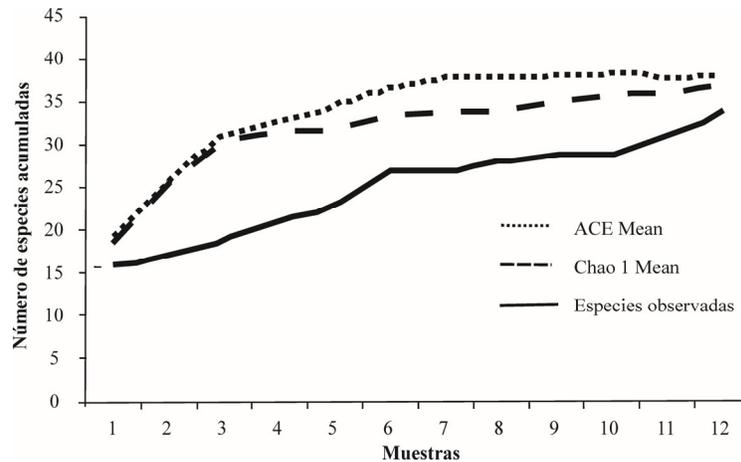


Figura 2. Curva de acumulación de especies observadas y estimadores no paramétricos.

Las familias con mayor riqueza (s) y abundancia (n) fueron Pieridae (s = 14, n = 162) y Nymphalidae (s = 9, n = 198), ambas representaron el 62 % de la riqueza y el 87 % de la abundancia. La familia Hesperidae fue la tercera más rica con siete especies y 19 individuos, las tres familias restantes, Lycaenidae (s = 2, n = 15), Riodinidae (s = 1, n = 3) y Papilionidae (s = 1, n = 16) juntas agruparon el 8.2 % de la abundancia.

Paramacera allyni L. D. Miller, *Leptophobia aripa elodia* (Boisduval), *Dione moneta poeyii* Butler y *Catantixia teutila teutila* (Doubleday) concentraron el 56.2 % de la abundancia total, todas ellas con más de 30 individuos, ocho especies tuvieron entre 13 y 19, las restantes 22 tuvieron menos de diez (Cuadro 2).

Tanto la riqueza (28 especies) como la abundancia (290 individuos) fueron mayores en el periodo de sequía que en el de lluvias (Cuadro 2). Ambos parámetros presentaron dos picos máximos en sequía (noviembre y febrero) y uno en las lluvias (octubre) (Figs. 3A y B). De las 28 especies recolectadas en la época de sequía, 20 tuvieron menos de diez organismos; mientras que de las 26 capturadas en las lluvias solamente dos tuvieron más de diez organismos (Cuadro 2).

Paramacera allyni y *L. aripa elodia* fueron las especies dominantes en ambas épocas (Cuadro 2). Las especies que por su mayor abundancia mostraron un patrón claro de distribución temporal, se pueden dividir en aquellas que tuvieron sus picos máximos en la sequía como fueron: *D. moneta poeyii*, *P. allyni*, *Phyciodes mylitta mylitta* (W.H. Edwards),

Nymphalis antiopa antiopa (Linnaeus), *Polygona haroldii* (Dewitz) (Figs. 4A y 4B) y *Pterourus multicaudata multicaudata* (W.F. Kirby) (Fig. 4C); y las que tuvieron incrementos tanto en las lluvias como en la sequía, tales como: *C. teutila teutila* (Fig. 4C), *Catantixia nimbice nimbice* (Boisduval) y *L. aripa elodia* (Fig. 4D).

Las especies recolectadas con mayor frecuencia durante el año fueron las de la familia Pieridae, entre éstas se encontró a: *C. teutila teutila* (10 meses), *C. nimbice nimbice* (8 meses), *L. aripa elodia* (7 meses), *Zerene cesonia cesonia* (Stoll) (7 meses) y *Eurema salome jamapa* (Reakirt) (6 meses). También estuvieron los Nymphalidae: *P. allyni* (11 meses), *D. moneta poeyii* (7 meses), *Po. haroldii* (5 meses) y *Ph. mylitta mylitta* (5 meses); de la familia Papilionidae, *Pt. multicaudata multicaudata* (7 meses) y de Lycaenidae, *Celastrina argiolus gozora* (Boisduval) (6 meses). Las restantes 23 estuvieron presentes entre uno y cuatro meses (Cuadro 2).

La diversidad fue significativamente mayor en las lluvias ($H' = 2.78$) que en la sequía ($H' = 2.47$) ($t = -2.09$; g. l. = 257.2; $p = 0.03$); ambas temporadas compartieron 20 especies (59 %), mientras que seis fueron exclusivas de las lluvias y ocho de la sequía (Cuadro 2).

En cuanto a su distribución en la República Mexicana, 21 especies se distribuyen en casi o en todo el país, seis en el centro y sur, dos en el norte y centro, una en el noreste y centro, y cuatro tienen una distribución restringida, de las cuales *Po. haroldii* y *Paratrytone* sp. nov. son endémicas del país.

Cuadro. 2. Abundancia mensual y por época del año de las especies de Rhopalocera de San Mateo Capulhuac. Especies ordenadas de mayor a menor abundancia.

Especies	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Sequía	Lluvias	Total
<i>Paramacera allyni</i>	31	8	5	8	24	13	9	1	1	-	1	1	89	13	102
<i>Leptophobia aripa elodia</i>	17	11	-	4	-	-	-	3	2	-	4	21	32	30	62
<i>Dione moneta poeyii</i>	2	2	-	7	6	10	5	-	-	-	-	3	27	8	35
<i>Catasticta teutila teutila</i>	6	2	1	8	4	3	2	-	-	4	1	2	24	9	33
<i>Polygonia haroldii</i>	2	3	-	9	1	-	-	-	-	-	-	4	15	4	19
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	5	1	-	-	1	2	1	3	-	-	1	3	9	8	17
<i>Phyciodes mylitta mylitta</i>	-	-	1	9	3	2	-	-	-	-	-	1	15	1	16
<i>Nymphalis antiopa antiopa</i>	-	4	1	10	1	-	-	-	-	-	-	-	16	-	16
<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i>	-	-	1	4	3	3	2	2	-	-	-	1	11	5	16
<i>Zerene cesonia cesonia</i>	1	1	-	4	2	1	4	-	-	-	2	-	9	6	15
<i>Eurema salome jamapa</i>	5	-	-	2	1	-	3	2	-	-	-	1	8	6	14
<i>Celastrina argiolus gozora</i>	-	-	-	1	1	2	4	4	-	-	1	-	4	9	13
<i>Erynnis pacuvius</i>	-	-	-	-	-	4	1	1	-	-	-	-	4	2	6
<i>Colias eurytheme</i>	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5
<i>Paratrytone aphractoia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	1	4	5
<i>Nathalis iole iole</i>	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	2	2	4
<i>Vanessa virginiensis</i>	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
<i>Emesis zela cleis</i>	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	2	1	3
<i>Halotus rica</i>	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	2	3
<i>Phoebis sennae marcellina</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	2	3
<i>Vanessa annabella</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	3
<i>Danaus plexippus plexippus</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1	2
<i>Echinargus isola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
<i>Eurema daira eugenia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	2
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Piruna polingii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
<i>Pontia protodice</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2
<i>Anteos clorinde</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
<i>Paratrytone sp. nov.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Poanes melane vitellina</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Urbanus dorantes</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1
<i>Vanessa atalanta rubria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
Abundancia	76	38	9	71	50	43	36	17	6	8	16	43	290	123	413
Riqueza	15	11	5	16	14	12	13	8	5	3	10	14	28	26	34

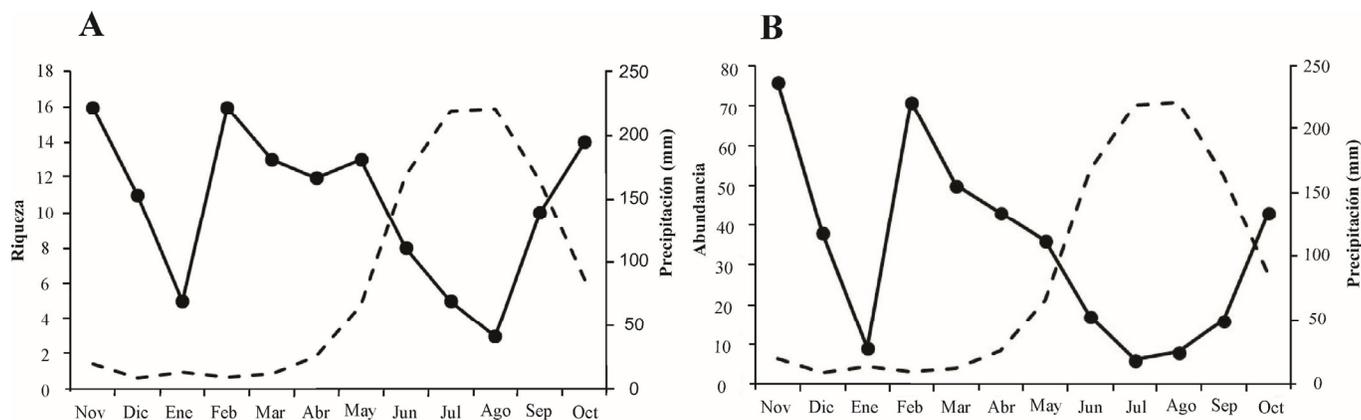


Figura 3. Relación de la riqueza (A) y la abundancia (B) con la precipitación media (línea punteada).

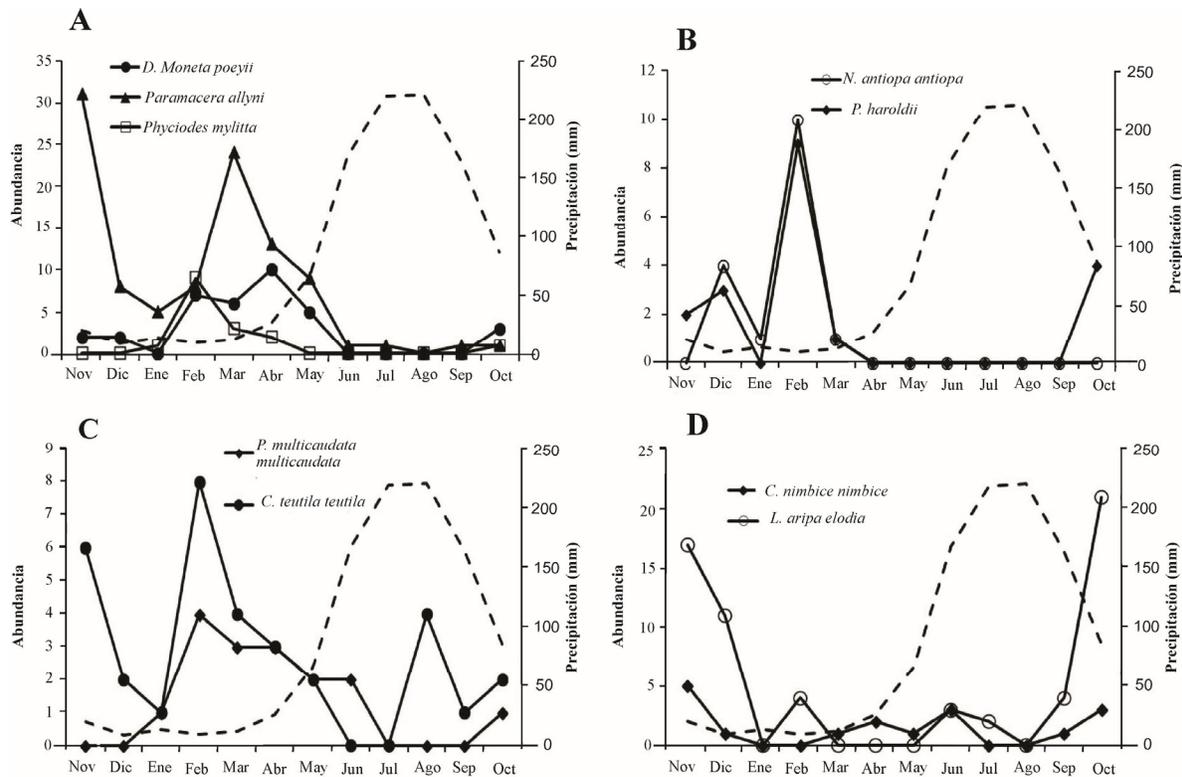


Figura 4. Abundancia mensual de las especies predominantes y su relación con la precipitación media (línea punteada).

Mientras que *Ph. mylitta mylitta* y *Paratrytone aphractoria* Dyar que solo habían sido registradas en el norte y el sur de la república respectivamente, se registran por primera vez para el estado de México, así como, la especie de Nymphalidae *P. allyni* y cinco especies de Hesperidae: *Urbanus dorantes* (Stoll), *Erynnis pacuvius* (Lintner), *Poanes melane vitellina* (Herrich-Schäffer), *Halotus rica* (Bell) y *Piruna polingii* (Barnes) (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

Las 27 especies de la superfamilia Papilionoidea de San Mateo Capulhuac corresponde con los valores de riqueza más altos registrados por arriba de los 2,800 m, comparado con lo observado en otros estudios realizados en el Eje Neovolcánico; donde el patrón encontrado, es que, a partir de esa altitud donde se distribuyen los bosques de pino, el número de especies decrece, como sucedió en San Rafael, estado de México donde la riqueza fluctuó de 14 a 19 especies entre 2,800-2,900 m (Barrera y Romero, 1986); en Los Dinamos, Ciudad de

México se encontraron de 11 a 29 especies, de éstas 21 fueron residentes en un rango de 2,800-3,100 m (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990) y en Sierra Nevada se registraron de una a 20 especies entre 2,800-3,300 m (Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004). Por lo que el número de especies obtenido, es congruente con los estimadores que sugieren que se obtuvo alrededor del 90 % de las especies del lugar.

Por el contrario, se ha observado que, entre 2,400 y 2,800 m, el bosque de encino y el mesófilo de montaña albergan la mayor riqueza de Papilionoidea en localidades del Eje Neovolcánico y puede ser casi el doble de la registrada por arriba de esa cota altitudinal. En Los Dinamos, Ciudad de México, se registraron entre 25 y 48 especies, de las cuales 38 fueron consideradas como residentes entre los 2,600-2,800 m (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990); en San Rafael, estado de México se obtuvieron 43 especies entre los 2,700-2,780 m (Barrera y Romero, 1986); en La Michilia, Durango se encontraron entre 23 y 42 especies entre los 2,450-2600 m (Díaz-Batres *et al.*, 2001) y en El Chico, Hidalgo de 42 a 54 especies entre

Cuadro 3. Distribución en México de las especies de Pailionioidea y Hesperioidea registradas en San Mateo, Capulhac, Estado de México. ¹Aguascalientes, ²Baja California, ³Baja California Sur, ⁴Campeche, ⁵Chihuahua, ⁶Chiapas, ⁷Coahuila, ⁸Colima, ⁹Ciudad de México, ¹⁰Durango, ¹¹Guerrero, ¹²Guanajuato, ¹³Hidalgo, ¹⁴Jalisco, ¹⁵México, ¹⁶Michoacán, ¹⁷Morelos, ¹⁸Nayarit, ¹⁹Nuevo León, ²⁰Oaxaca, ²¹Puebla, ²²Queretaro, ²³Quinta Roo, ²⁴Sinaloa, ²⁵San Luis Potosí, ²⁶Sonora, ²⁷Tabasco, ²⁸Tamaulipas, ²⁹Tlaxcala, ³⁰Veracruz, ³¹Yucatán, ³²Zacatecas. El número 15 en negritas indica primer registro para el estado de México.

Especies	Estados (superíndice)	Distribución
<i>Anteos clorinde</i>	1-32 (g)	En toda la república
<i>Danaus plexippus plexippu</i>	1-32 (g)	En toda la república
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	1-32 (c, g)	En toda la república
<i>Nathalis iole iole</i>	1-32 (g)	En toda la república
<i>Phoebis sennae marcellina</i>	1-32 (c, g)	En toda la república
<i>Zerene cesonia cesonia</i>	1-32 (c, g)	En toda la república
<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i>	1-3, 5-17, 19-22, 25-28, 30 (c, g)	En casi toda la república
<i>Colias eurytheme</i>	1-3, 5-7, 9-22, 24-30, 32 (c, g)	En casi toda la república
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	1, 5-17, 19-22, 24-30, 32 (c, g)	En casi toda la república
<i>Pontia protodice</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-30, 32 (c, g)	En casi toda la república
<i>Leptophobia aripa elodia</i>	1, 3, 5-9, 11-22, 24, 25, 27-30, 32 (c, g)	En casi toda la república
<i>Celastrina argiolus gozora</i>	1, 4-11, 13-22, 24, 25, 28, 30 (g)	En casi toda la república
<i>Echinargus isola</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-32 (g)	En casi toda la república
<i>Nymphalis antiopa antiopa</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-30, 32 (g, h)	En casi toda la república
<i>Vanessa annabella</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-30, 32 (g, h)	En casi toda la república
<i>Vanessa atalanta rubria</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-30, 32 (g, h)	En casi toda la república
<i>Vanessa virginiensis</i>	1-3, 5-22, 24-26, 28-30, 32 (g, h)	En casi toda la república
<i>Dione moneta poeyii</i>	1, 3, 5, 6, 8-22, 24-26, 28, 30, 32 (f, g)	En casi toda la república
* <i>Urbanus dorantes</i>	3, 6, 9, 11, 14, 15 -17, 19-26, 28-30 (j, k)	En casi toda la república
* <i>Erynnis pacuvius</i>	5-6, 9-10, 13- 15 , 19, 20, 24 (k)	En casi toda la república
* <i>Poanes melane vitellina</i>	5, 8, 9, 11, 13, 14, 15 -17, 19-22, 28, 30 (j, k)	En casi toda la república
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	4-6, 8, 9, 11-18, 20-27, 30, 31 (c, g)	Centro y sur de la república
<i>Eurema daira eugenia</i>	1, 4, 6, 9, 13, 15, 17, 19-23, 25, 27, 28, 30, 31 (a, b, d, g)	Centro y sur de la república
<i>Eurema salome jamapa</i>	1-3, 6, 8, 9, 11-22, 24-28, 30, 31 (c, g)	Centro y sur de la república
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>	6, 8, 9, 11-17, 20-22, 25, 30 (c, g)	Centro y sur de la república
<i>Catasticta teutila teutila</i>	6, 9, 11-17, 20-22, 25, 30 (c, g)	Centro y sur de la república
* <i>Halotus rica</i>	6, 14, 15 (k)	Centro y sur de la república
* <i>Piruna polingii</i>	7, 9, 15 , 16, 19-21, 29 (i, k)	Noreste y centro de la república
<i>Emesis zela cleis</i>	5, 7, 9, 10, 15, 17, 24, 26 (i, e, b, d, g)	Norte y centro de la república
<i>Paramacera allyni</i>	5, 7, 9, 10, 15 , 20, 24, 26 (e, g)	Norte y centro de la república
<i>Phyciodes mylitta mylitta</i>	7, 10, 15 , 19 (g, h)	Norte de la república
* <i>Paratrytone aphractoa</i>	6, 9, 15 -17, 21, 30 (k)	Sur de la república
<i>Polygonia haroldii</i>	9, 13, 15-17, 19, 25, 26, 30 (g, h)	Endémica de México
* <i>Paratrytone</i> sp. nov.	9, 15 (i)	Endémica de México

*Especies de la superfamilia Hesperioidea.

Fuente: ^aBarrera y Díaz-Batres (1977), ^bBarrera y Romero (1986), ^cLlorente-Bousquets *et al.* (1997), ^dValencia (1999), ^eDíaz *et al.* (2001), ^fLuis-Martínez *et al.* (2003), ^gLlorente-Busquets *et al.* (2006), ^hLuis-Martínez *et al.* (2010), ⁱDíaz y Llorente-Bousquets (2011), ^jMeléndez (2015), ^kGBIF (2018).

2,600-2,700 m (Bizuet-Flores *et al.*, 2001). Con excepción del Volcán de Tequila, Jalisco y de Sierra Nevada en localidades de los estados de México, Puebla, Morelos y Tlaxcala. En este último estudio el número de especies en las localidades situadas en el rango altitudinal de

2,400-2,800 fluctuó entre 22 y 30 (Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004); mientras que en el primero, se registraron 28 especies entre 2,200-2,800 (Baez, 1996). En ambos casos el valor fue muy similar al obtenido en el presente estudio por arriba de los 2,800 m.

Por otro lado, las 27 especies de Papilionoidea obtenidas aquí, correspondieron con la riqueza más baja, si se compara con el número total de especies que han sido registradas en las investigaciones realizadas en el Eje Neovolcánico por arriba de los 2,000 msnm, donde el número de especies observadas va desde 45 en Los Diamantes, estado de México (Barrera y Romero, 1986) hasta 114 en el derrame lávico del Volcán Chichinautzin (Valencia, 1999). Aunque es importante mencionar que en esos estudios el esfuerzo de captura fue mayor, con un número de horas que va desde 500 hasta las 1,250 (Barrera y Romero, 1986, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Valencia, 1999, Bizuet-Flores *et al.*, 2001, Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004), comparado con las 215 empleadas en el presente trabajo. Aunado a esto, la recolección en San Mateo Capulhuac se realizó a lo largo de un transecto con poca variación en el rango altitudinal que fue de 2,900 a 3,000 m y en un mismo tipo de vegetación (bosque de pino); mientras que la mayoría de los estudios antes mencionados son llevados a cabo en diferentes comunidades vegetales a lo largo de transectos altitudinales con una variación de 200, 500 y hasta 900 m.

Con respecto a la abundancia de las especies, más de la mitad de éstas estuvieron representadas por menos de diez individuos. Este patrón con pocas especies abundantes y la mayoría escasas es común en otros estudios (Barrera y Romero, 1986, Díaz-Batres *et al.*, 2001, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004). Diez de las 11 especies (*L. aripa elodia*, *D. moneta poeyii*, *C. teutila teutila*, *Po. haroldii*, *C. nimbice nimbice*, *N. antiopa antiopa*, *Pt. multicaudata multicaudata*, *Z. cesonia cesonia*, *E. salome jamapa* y *N. iole iole*) representadas por más de diez individuos, de acuerdo con su abundancia han sido catalogadas como: muy comunes, comunes y frecuentes en estudios realizados en el Eje Neovolcánico y recolectadas en todos los sitios de muestreo establecidos desde aproximadamente los 2,400 m hasta por arriba de los 2,800 m en la mayoría de los casos, por lo que se trata de especies euritópicas (Barrera y

Romero, 1986, Bizuet-Flores, 1993, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004).

Mientras que diez de las 22 especies (*C. eurytheme*, *V. virginiensis*, *V. annabella*, *Ph. sennae marcellina*, *E. दौरा eugenia*, *D. plexippus plexippus*, *P. protodice*, *E. isola*, *H. graphites avivolans* y *V. atalanta rubria*) con menos de diez individuos, se caracterizan por que han sido registradas con abundancia variable y con frecuencia baja en los diferentes sitios de muestreo de cada uno de los estudios, en algunos de ellos ni si quiera las registran en localidades por arriba de los 2,800 m, incluso algunas especies solo han sido registradas en uno solo de los cuatro estudios llevados a cabo en el Eje Neovolcánico. Lo anterior sugiere que se trata de especies estenotópicas que requieren hábitats con características muy particulares, por lo cual son señaladas en la mayoría de los casos como raras, escasas, muy escasas y en pocos sitios como frecuentes (Barrera y Romero, 1986, Bizuet, 1993, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004).

Por el contrario, *E. mexicana* y *N. iloe iloe*, aunque en el presente estudio tuvieron uno y cuatro individuos respectivamente, en otros estudios han sido asignadas a las categorías de comunes, frecuentes y abundantes, además de estar distribuidas en un rango altitudinal amplio desde 1,000 m hasta por arriba de 2,800 m (Barrera y Romero, 1986, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Bizuet, 1993, Baez, 1996, Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004). Por lo que es posible que haya poblaciones mayores en el área de estudio, aunque como señalan Luis-Martínez y Llorente-Bousquets (1990) algunas especies a pesar de que son capaces de volar por arriba de los 2,800 m, no lo son para establecer poblaciones residentes a estas altitudes, probablemente debido a la ausencia de la planta huésped de sus larvas o debido al gradiente climático, entre otros factores.

En cuanto a la temporalidad, la mayor abundancia y riqueza de lepidópteros fue durante la época de sequía. Este patrón también fue observado en San Rafael, estado de México, donde hubo una disminución de individuos y especies en el periodo de lluvias y en el invierno,

provocadas por las altas precipitaciones que afectaron el vuelo de las mariposas (Barrera y Romero, 1986). En San Mateo Capulhuac, es probable que las lluvias torrenciales que en el año de muestreo (2013) se concentraron en el periodo de agosto-septiembre con un registro de precipitación de 1,403 mm que representó el 93 % de la precipitación total anual, provocó nublados y lluvias todos los días de agosto y septiembre (SMN, 2018b), en este sentido Luis-Martínez y Llorente-Bousquets (1990) señalan que la abundancia y en este caso también la riqueza puede verse disminuida en el periodo húmedo por la nubosidad; factor que provoca un decremento en la temperatura, lo cual a su vez afecta la capacidad de vuelo de los organismos y por lo tanto una disminución en su captura.

La presencia de las poblaciones de lepidópteros durante la sequía en el área de estudio, probablemente estuvo favorecida por el aporte de humedad del río de corriente continua que se ubicó de forma paralela al transecto donde se hicieron las recolecciones y que favoreció la floración de la vegetación. Un caso similar de aporte de humedad, pero en este caso atribuido a la entrada de humedad provocada por los vientos fríos que penetran por el norte del Golfo de México y que propició un pico máximo de riqueza y abundancia durante los meses de sequía (enero-marzo) también fue observado en El Chico, Hidalgo (Bizuet *et al.*, 2001).

Aunque hay especies que suelen tener poblaciones altas en la sequía, como es el caso de *D. moneta poeyii* y *N. antiopa antiopa* cuyos picos en este periodo coinciden con lo observado en San Rafael, estado de México (Barrera y Romero, 1986) y en Los Dinamos, Ciudad de México, en este último sitio *N. antiopa* estuvo presente casi todo el año (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990), mientras que en San Mateo Capulhuac solamente fue recolectada en cuatro meses, así mismo, para *D. moneta poeyii* dicha preferencia por la época seca también fue registrada en El Chico, Hidalgo (Bizuet, 1993). Por último, el pico en la sequía observado para *P. haroldii* y la preferencia por dicho periodo de *Pt. multicaudata multicaudata* también ocurrió en San Rafael, estado de México (Barrera y Romero, 1986) y en el Chico, Hidalgo (Bizuet,

1993), para esta última, su preferencia también coincidió con lo registrado en Los Dinamos, CDMX (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990).

Con respecto a las especies que tuvieron picos tanto en las lluvias como en la sequía, se encuentra *C. teutila teutila*, que, aunque en el área de estudio mostró ambos picos, en El Chico, Hidalgo (Bizuet, 1993) y Los Dinamos, Ciudad de México (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990) presentó su máximo pico en las lluvias y es considerada univoltina, además en todos los estudios la especie suele presentarse en siete o más meses.

Mientras que *C. nimbice nimbice* a pesar de que, se registró en ocho meses, fue poco abundante y sus picos no fueron tan marcados, sin embargo, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets (1990) sugieren que es multivoltina después de observar varios picos en el año en Los Dinamos, Ciudad de México, en tanto que Bizuet (1993) obtuvo un pico en las lluvias y otro en la sequía; solamente Barrera y Romero (1986) tuvieron un pico inmediatamente después de las lluvias.

En el caso de *L. aripa elodia* presentó un pico en sequía y uno después de las lluvias, de los cuales, el primero probablemente correspondió con el final del periodo de lluvias del año anterior; debido a que esta especie a pesar de ser muy abundante, se ha observado que siempre muestra un incremento importante al final o después de las lluvias en localidades el Eje Neovolcánico (Barrera y Romero, 1986, Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990, Bizuet, 1993).

De las 11 especies que se recolectaron en más de cinco meses durante el año, solamente *Z. cesonia cesonia*, *E. salome jamapa* y *C. argiolus gozora* no tuvieron picos de abundancia marcados. De éstas, *Z. cesonia cesonia* y *C. argiolus gozora* han sido observadas prácticamente todo el año y con múltiples picos de abundancia en Los Dinamos, Ciudad de México (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990), para la segunda, una fenología similar fue registrada también en San Rafael, estado de México (Barrera y Romero, 1986). En el caso de *E. salome jamapa* en San Rafael tuvo su mayor abundancia en sequía y un incremento menor en noviembre por lo que es señalada como bivoltina (Barrera y Romero, 1986).

Es posible que estas especies sean residentes, debido a que han sido registradas frecuentemente por arriba de los 2,800 m en localidades del Eje Neovolcánico, sin embargo, factores como el fotoperiodo, la humedad, la temperatura y la disponibilidad de flores determinan el tamaño de las poblaciones residentes y la riqueza de especies (Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990).

Por otro lado, la fauna de lepidópteros papilionoideos es la comúnmente encontrada por arriba de los 2,000 m en localidades del Eje Neovolcánico. Con excepción de *Anteos clorinde* (Godart) y *Ph. mylitta mylitta*, 24 de las 27 especies de la superfamilia Papilionoidea

recolectadas en San Mateo Capulhuac han sido registradas en alguno de los estudios realizados en dicha provincia fisiográfica. Entre 20 y 23 especies se compartieron con cinco de seis localidades y solamente compartió 17 especies con Huitzilac, Morelos. Mientras que, con La Michilia, Durango ubicada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental compartió el menor número de especies con 14 (Cuadro 4). En ninguno de estos estudios se hace mención de los hesperioideos, por lo cual no se tiene referencia de la distribución y fluctuación estacional de las poblaciones de sus especies en esta región del país.

Cuadro 4. Especies de Papilionoidea compartidas entre San Mateo Capulhuac con otros estudios llevados a cabo por arriba de los 2,000 msnm.

Especies	¹ San Mateo, México	² San Rafael, México	³ Los Dinamos, Cd. México	⁴ Chichinautzin, Morelos	⁶ El Chico, Hidalgo	⁸ Sierra Nevada, México, Puebla, Morelos, Tlaxcala	⁵ Huitzilac, Morelos	⁷ La Michilia, Durango
<i>Zerene cesonía cesonía</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Celastrina argiolus gozora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Colias eurytheme</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dione moneta poeyii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Danaus plexippus plexippus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema mexicana mexicana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nathalis iole iole</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema salome jamapa</i>	1	1	1	1	1	1	1	-
<i>Catasticta teutila teutila</i>	1	1	1	1	1	1	1	-
<i>Leptophobia aripa elodia</i>	1	1	1	1	1	1	1	-
<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i>	1	1	1	1	1	1	1	-
<i>Pontia protodice</i>	1	1	1	1	1	1	-	1
<i>Phoebis sennae marcellina</i>	1	-	1	1	1	1	1	1
<i>Vanessa annabella</i>	1	1	1	1	1	1	-	1
<i>Vanessa virginiensis</i>	1	-	1	1	1	1	1	1
<i>Eurema दौरa eugenia</i>	1	1	1	1	1	1	-	-
<i>Nymphalis antiopa antiopa</i>	1	-	1	1	1	-	1	-
<i>Polygonia haroldii</i>	1	1	1	1	1	1	-	-
<i>Emesis zela cleis</i>	1	1	-	1	-	1	-	1
<i>Hesperocharis graphites avivolans</i>	1	1	-	1	-	1	1	-
<i>Vanessa atalanta rubria</i>	1	1	1	1	-	1	-	-
<i>Phoebis neocypris virgo</i>	1	-	-	1	1	1	-	-
<i>Echinargus isola</i>	1	-	-	-	-	1	1	-
<i>Paramacera allyni</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Anteos clorinde</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyciodes mylitta mylitta</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
No. de especies compartidas		20	20	23	20	23	17	14

Presencia (1). ¹Presente estudio. ²Barrera y Romero 1986. ³Luis-Martínez y Llorente-Bousquets, 1990. ⁴Valencia, 1999. ⁵Lara, 1999. ⁶Bizuet-Flores *et al.*, 2001. ⁷Díaz *et al.*, 2001. ⁸Luna-Reyes y Llorente-Bousquets, 2004.

Finalmente, 21 de las 34 especies de lepidópteros registradas en San Mateo Capulhuac, tienen amplia distribución en la República Mexicana, las restantes tienen una distribución restringida, de las cuales *Po. haroldii* y *Paratrytone* sp. nov. son endémicas del país, la primera se distribuye principalmente en las montañas altas del centro de la república (Díaz Batres y Llorente-Bousquets, 2011) y norte del país (GBIF, 2018). Por su parte, el hespérido *Paratrytone* sp. nov., es propuesto como endémico (Díaz Batres y Llorente-Bousquets, 2011), aunque la especie está todavía en proceso de ser nombrada formalmente. Destacan también, los ninfalidos *Ph. mylitta mylitta* que solo había sido registradas para el norte del país y *P. allyni* que, aunque se distribuye en el norte y centro no había sido registrada en el estado de México, así como, el hespérido *P. aphractoia* del que solo se tenían registros del sur del país, por lo cual se amplía la distribución de estas especies y de otras cinco de Hesperidae.

CONCLUSIÓN

La riqueza de Papilionoidea es una de las más altas registradas por arriba de los 2,800 m en localidades del Eje Neovolcánico y corresponde con la fauna comúnmente observada en esta región fisiográfica. Diez especies son euritópicas, con alta predominancia en las zonas montañas, donde han sido registradas desde los 2,400 m hasta por arriba de los 2,800 m. Así mismo, 21 de las especies están ampliamente distribuidas en el país, se registraron dos especies endémicas que habitan en las zonas montañosas del centro de México y ocho especies son primeros registros para el estado de México. El mayor desarrollo de las poblaciones de lepidópteros durante la sequía, posiblemente se debió al aporte constante de humedad por parte del río presente en el área, mientras que en las lluvias el predominio de días nublados provocó la disminución de la captura de mariposas.

AGRADECIMIENTOS

A Mónica Chico Avelino por la elaboración del mapa. Este estudio fue parcialmente apoyado por

el Proyecto Zoología de la División de Investigación y Posgrado de la FES Iztacala, UNAM.

LITERATURA CITADA

- BAEZ, I. 1996. *Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) del Volcan de Tequila, Jalisco, México*. Tesis licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara, México, 123 pp.
- BARRERA, A. Y M. E. DÍAZ-BATRES. 1977. Distribución de algunos lepidópteros de la Sierra de Nanchititla, México, con especial referencia a *Tisiphone maculata* Hpf. (Ins.: Lepid.). *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3: 17–28.
- BARRERA, T. Y L. ROMERO. 1986. *Estudio faunístico de Lepidoptera (Sperfamilia Papilionoidea) en un bosque mesófilo de montaña en cascada Los Diamantes, San Rafael, Estado de México*. Tesis licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 81 pp.
- BIZUET-FLORES, Y. 1993. *Distribución local y estacional de los Papilionoidea (Lepidoptera) en el Parque Nacional “El Chico” en el Estado de Hidalgo*. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México, 75 pp.
- BIZUET-FLORES, Y., LUIS-MARTÍNEZ, A. Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2001. Mariposas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo y sus relaciones biogeográficas con cinco zonas aledañas al Valle de México, México. *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 29(114): 145–159.
- CAMPOS, M. B. Y G. HERNÁNDEZ. 2017. *Aprovechamiento de hongos silvestres comestibles en la localidad de San Mateo Capulhuac, Oztolotepec, Estado de México*. Tesis licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, México. 133 pp.
- COLWELL, R. K. 2013. *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User’s Guide and application*. Available in: <http://purl.oclc.org/estimates>. (Fecha de consulta: 15-VII-2018).
- COLWELL, R. K. AND J. A. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 345(1311): 101–118.

- DÍAZ, M. E., LLORENTE-BOUSQUETS, J., VARGAS, I. Y A. LUIS-MARTÍNEZ. 2001. Papilionoidea (Lepidoptera) de la Reserva de la Biosfera La Michilia en Durango, México. Pp. 35–56. In: M. Vargas, O. J. Polaco y G. Zuñiga (Eds.). *Contribuciones Entomológicas Homenaje a la Dra. Isabel Bassols*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D. F.
- DÍAZ BATRES, M. E. Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2011. *Mariposas de Chapultepec: guía visual*. Independiente. México, D. F., 155 pp.
- GBIF (GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY). 2018. *GBIF Backbone Taxonomy Checklist Dataset*. Available in: <https://www.gbif.org/species/search>. (Fecha de consulta: 27-IX-2018).
- HAMMER, Ø., HARPER, D. A. AND P. D. RYAN. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(4): 5–7.
- HERNÁNDEZ-MEJÍA, C., LLORENTE-BOUSQUETS, J., VARGAS-FERNÁNDEZ, I. Y A. LUIS-MARTÍNEZ. 2008. Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 117–130. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e2008.001.538>.
- HERNÁNDEZ-MEJÍA, C., VARGAS-FERNÁNDEZ, I., LUIS-MARTÍNEZ, A. Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2008. Distribución de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) del Estado de México, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(3): 1309–1341.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). 2018. *Mapa digital de México. V 6.3.0*. Disponible en: <http://gaia.inegi.org/mdm/6/?v=bGf0OjLzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3M>. (Fecha de consulta: 20-X-2018)
- LARA, M. A. 1999. *Riqueza de especies y abundancia relativa de la superfamilia Papilionoidea (Lepidoptera) en un bosque de Quercus, en Huitzilac, Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México, 64 pp.
- LLORENTE-BOUSQUETS, J., OÑATE-OCAÑA, L., LUIS-MARTÍNEZ, A. Y I. VARGAS-FERNÁNDEZ. 1997. *Papilionidae y Peridae de México: distribución geográfica e ilustración*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. México, 228 pp.
- LLORENTE-BOUSQUETS, J., LUIS-MARTÍNEZ, A. Y I. VARGAS-FERNÁNDEZ. 2006. Apéndice general de Papilionoidea: Lista sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas. Pp. 945–1009. In: J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. La Prensa de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- LLORENTE BOUSQUETS, J., VARGAS-FERNÁNDEZ, I., LUIS-MARTÍNEZ, A., TRUJANO-ORTEGA, M., HERNÁNDEZ-MEJÍA, B. C. Y A. D. WARREN. 2014. Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: 353–371. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.31830>.
- LUIS-MARTÍNEZ, A. Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D. F. México. *Folia Entomológica Mexicana*, (78): 95–198.
- LUIS-MARTÍNEZ, A., LLORENTE-BOUSQUETS, J. Y I. VARGAS-FERNÁNDEZ. 2003. *Nymphalidae de México I (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconinae): distribución, geografía e ilustración*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México, 249 pp.
- LUIS-MARTÍNEZ, A., LLORENTE-BOUSQUETS, J., VARGAS-FERNÁNDEZ, I. Y C. POZO. 2010. *Nymphalidae de México III (Nymphalinae) distribución geográfica e ilustración*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México-El Colegio de la Frontera Sur. D. F. México, 195 pp.
- LUNA-REYES, M. Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2004. Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra Nevada, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 20(2): 79–102.
- MAGURRAN, A. E. 1989. *Diversidad Ecología y su Medición*. Vedral. Barcelona, España, 200 pp.
- MELÉNDEZ, E. 2015. *Diversidad y distribución de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionidae y Hesperioidea) en el Cerro Bufa El Diente, Tamaulipas, México*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tecnológico Nacional de México, Tamaulipas, México, 338 pp.
- NASKRECKI, P. 2008. *Mantis v. 2.0 - A Manager of Taxonomic Information and Specimens*. University of Harvard. Available in: <http://insects.oeb.harvard.edu/mantis>. (Fecha de consulta: 25-I-2015).

- SADA, M. DE LA L. Y A. MADERO. 2011. *Guía de mariposas de Nuevo León*. Fondo Editorial de Nuevo León y Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México, 368 pp.
- SMN (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL). 2018a. *Normales climatológicas. Periodo 1981-2010. Estación meteorológica 15014 Capulhuac, municipio de Oztolotepec, Estado de México*. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>. (Fecha de consulta: 20-X-2018).
- SMN (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL). 2018b. *Estación meteorológica 15014 Capulhuac, municipio de Oztolotepec, Estado de México. Datos hasta junio de 2018*. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>. (Fecha de consulta: 20-X-2018).
- VALENCIA, M. S. 1999. *Listado de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) en el derrame lávico del Volcan Chichinautzin, Estado de Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. México, 46 pp.
- WARREN, A. D. 2000. Hesperioidea (Lepidoptera). Pp.535-580. In: J. E. Llorente-Bousquets, E. González y N. Papavero (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, Vol.II, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- ZHANG, Z. 2013. Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703: 17–26.