

PAPILIONIDAE (LEPIDOPTERA: RHOPALOCERA) DE LA SIERRA DE SAN CARLOS, TAMAULIPAS, MÉXICO

Edmar Meléndez-Jaramillo¹✉, César Cantú-Ayala¹, Jesús García-Jiménez², Ana María Patiño-Flores¹ y Carolina Sánchez-Castillo¹

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ap. Postal 41, Linares, Nuevo León, C. P. 67700, México.

²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

✉ Autor de correspondencia: mel_florus@outlook.com

RESUMEN. El presente estudio se desarrolló en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. El objetivo fue determinar la fauna de Papilionidae presente en la zona, además de analizar la variación altitudinal y estacional, así como la evaluación de criterios de residencialidad del grupo. Se realizaron 36 muestreos, donde se registraron 390 ejemplares distribuidos en 14 especies y cinco géneros. Se encontró una correlación inversa entre la riqueza de mariposas y la altitud, observándose un mayor número de especies entre los 600 y los 1,085 m de altitud (bosque de encino). La mayor abundancia, así como también diversidad se presentó en el matorral submontano. Otoño es la estación con mayor número de ejemplares, así como de diversidad, mientras que verano obtuvo el mayor número de especies. Es probable que al menos el 43 % de los papilionidos sea residente, pues en el área está presente su especie huésped.

Palabras clave: Papilionidae, riqueza de especies, abundancia, diversidad, residencialidad.

Papilionidae (Lepidoptera: Rhopalocera) from Sierra de San Carlos, Tamaulipas, Mexico

ABSTRACT. This study was conducted in the Sierra de San Carlos, Tamaulipas. The objective was to determine the swallowtail fauna present in the area, in relation to the altitudinal and seasonal variation, as well to assess the residential criteria of the group. Thirty six samples were taken, registering 390 individuals distributed in five genera and 14 species. An inverse correlation was found between the butterflies species richness and altitude. Moreover, we observed a greater number of species between 600 and 1,085 m in elevation (oak forest). The greater abundance and diversity also appeared in the submontane scrub. Autumn was the season with the highest number of individuals, and species diversity, while summer obtained the highest number of species. In the study area, 43% of papilionids are resident, because their host plant species are present.

Keywords: Papilionidae, species richness, abundance, diversity, criteria residential.

INTRODUCCIÓN

Las mariposas son un grupo modelo para estudios de conservación y monitoreo de cambios ambientales, debido a sus variadas preferencias ecológicas, sus respuestas a las perturbaciones en los ecosistemas y sus estrechas relaciones con las plantas hospederas (Tyler *et al.*, 1994). El noreste de México está habitado por un conjunto muy especial de mariposas que representa cerca de quince por ciento de la fauna nacional e involucra formas tropicales, desérticas y de altura (De la Luz y Madero, 2011), esto debido a su situación extratropical e intertropical que a la vez presenta gran cantidad de formaciones orográficas (Luis-Martínez *et al.*, 2000).

Las mariposas de la familia Papilionidae son de tamaño mediano y grande, generalmente de color blanco, amarillo o negro, y de variadas formas. Sus plantas hospederas son principalmente rutáceas, anonáceas, leguminosas, lauráceas y aristoloquiáceas, mientras que los imagos suelen alimentarse en flores o en arenas húmedas y lodos (De la Maza, 1987). Para México se conocen 50 especies, de las cuales 21 se encuentran registradas para el estado de Tamaulipas (García-Jiménez, 2005; Luis-Martínez *et al.*, 2011).

En general, los trabajos sobre mariposas se limitan a fronteras políticas y muy pocos a una unidad biótica o fisiográfica, por lo cual muchas comunidades de mariposas aún no se conocen bien, como ocurre con las que se encuentran asociadas a los ambientes extremos, húmedos o secos (Luna-Reyes *et al.*, 2010). Con base en lo anterior, el objetivo del estudio es contribuir al conocimiento de este grupo, mediante un listado faunístico de las especies que se encuentran en el área de estudio. Además, se realizó un análisis ecológico para determinar la variación de la familia en dos gradientes simultáneos: altitudinal y temporal; por otro lado, se evaluaron los criterios de residencialidad (Luis y Llorente, 1990).

MATERIALES Y MÉTODO

La Sierra de San Carlos es una unidad orográfica aislada dentro de la Planicie Costera del Golfo Norte en México, se localiza en la porción centro-oeste del estado de Tamaulipas, entre los 24°, 07' y los 24°, 45' de latitud norte y los 99°, 05' y los 98°, 42' de longitud oeste (Arriaga *et al.*, 2000; Treviño *et al.*, 2002). Para la colecta de ejemplares fueron seleccionados tres sitios con base en los criterios de Briones (1991) para el gradiente altitudinal y los tipos de vegetación: sitio 1553 msnm, matorral submontano (MSM); sitio 2783 msnm, bosque de encino (BQ); sitio 31085 msnm, bosque mesófilo de montaña (BMM). En cada sitio se establecieron transectos de longitud no definida, donde el día completo se toma como unidad de muestreo (Villarreal *et al.*, 2004), realizando observaciones y capturas mediante red entomológica aérea, entre las 8:00 y 17:00 h. Se realizó un muestreo mensual para cada uno de los sitios, durante el periodo de febrero del 2013 a enero del 2014, resultado un total de tres muestreos por temporada por sitio (3 x 4 x 3).

Los ejemplares recolectados fueron montados de acuerdo con el procedimiento descrito de Villarreal *et al.* (2004). Para la determinación taxonómica se consultaron las obras de Llorente *et al.* (1997) y Garwood y Lehman (2005), también se tomó como referencia la lista interactiva y el ordenamiento filogenético de Warren *et al.* (2012). Todos los ejemplares fueron rotulados y depositados en la colección entomológica del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.

Como medida de abundancia y riqueza fueron utilizados, el número de individuos y especies registradas en cada sitio, estación y para toda el área de estudio. Para corroborar estadísticamente la presencia de diferencias entre la abundancia y la riqueza de especies asociadas a cada piso altitudinal, así como a cada temporada del año, se realizó una prueba de ANOVA de una vía, mediante el programa STATISTICA 8.0. Por otra parte, como estimadores de riqueza se utilizaron los modelos no paramétricos Chao y Jackknife 1 (Magurran, 2004), empleando 100 aleatorizaciones mediante el programa EstimateS 8.2. Además, se recurrió al modelo de Clench para conocer la calidad del inventario, esto mediante el coeficiente de determinación (R²) y a través de la pendiente de la curva de acumulación de especies, empleando el programa STATISTICA 8.0 con base en el método señalado por Jiménez-Valverde y Hortal (2003). Como medidas de diversidad se utilizaron el índice de dominancia de Simpson (DSi) y el índice de diversidad de Shannon (H'); para medir la similitud entre sitios y estaciones se empleó el índice de Bray-Curtis (índice cuantitativo de Sørensen) (Moreno, 2001; Magurran, 2004); dichos índices fueron calculados mediante los programas EstimateS 8.2 y PAST versión 2.17 b.

La compilación florística citada (Briones, 1991; Martínez, 1998) se utilizó para determinar la posible residencia de los taxa componentes de la comunidad; ya que, de manera simultánea y con base en la literatura lepidopterológica y ecológica (Scott, 1986), cada especie de Papilionidae se registró dentro del área, considerando si la planta huésped de la especie de mariposa registrada se incluía en la lista florística, sin olvidar el análisis bajo otros criterios, como el de abundancia, que también influye en este aspecto (Luis y Llorente, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de febrero del 2013 a enero del 2014 fueron realizados 36 muestreos, obteniéndose 390 ejemplares de la familia Papilionidae, distribuidos en cinco géneros y 14 especies (Cuadro 1). De manera general para la Sierra de San Carlos, cinco especies fueron dominantes en abundancia: *Heraclides cresphontes* (89 ejemplares), *Papilio polyxenes asterius* (57), *Battus polydamas polydamas* (55), *Battus philenor philenor* (43) y *Pterourus pilumnus* (36). Los estimadores de riqueza indicaron que el número esperado de papiliónidos en el área de estudio se encuentra entre 14 y 16 especies de acuerdo con los estimadores Chao 1 y Jackknife 1 (Cuadro 2); por lo tanto, las especies registradas representan entre el 89.9 y 100 % de la riqueza estimada. Se obtuvo un buen ajuste de los datos al modelo de Clench ($R^2 = 1.00$), con una proporción total registrada de especies de 0.92 (92 %) y una pendiente de 0.03. La diversidad en el área de estudio fue de 0.88 para el índice de diversidad de Simpson, lo que indica una baja dominancia y como consecuencia una elevada diversidad (Magurran, 2004), y 2.28 para el índice de Shannon, el cual señala una alta diversidad, ya que los valores de dicho índice se encuentran normalmente entre 1.5 y 3 (Margalef, 1972), ambos valores constituyen un parámetro para la comparación con futuros estudios de este grupo.

Cuadro 1. Inventario de Papilionidae y abundancia (N) por especie en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas.

Especie	No.	Especie	No.
Papilioninae Latreille, 1802		<i>Pterourus alexiaries garcia</i> Rothschild & Jordan, 1906	11
Troidini Talbot, 1939		<i>Pterourus pilumnus</i> Boisduval, 1836	36
<i>Battus philenor philenor</i> (Linnaeus, 1771)	43	<i>Pterourus palamedes leontis</i> Rothschild & Jordan, 1906	6
<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	55	<i>Pterourus garamas abderus</i> Höpffer, 1856	18
Leptocircini W. F. Kirby, 1896		<i>Pterourus victorinus victorinus</i> E. Doubleday, 1844	5
<i>Protographium epidaus epidaus</i> (Doubleday, 1846)	3	<i>Heraclides cresphontes</i> Cramer, 1777	89
<i>Protographium philolaus philolaus</i> (Boisduval, 1836)	20	<i>Heraclides astyalus pallas</i> G. Gray, 1853	6
Papilionini Latreille, 1802		<i>Heraclides ornythion</i> Boisduval, 1836	26
<i>Papilio polyxenes asterius</i> (Stoll, 1782)	57	<i>Heraclides anchisiades idaeus</i> Fabricius, 1793	15

En nuestro país, son muy pocos los estudios de Rhopalocera cuyos objetivos se enfocan en unidades o ámbitos ecológicos, en trabajos como los de Luis y Llorente (1990) se registraron 65 especies de mariposas diurnas para la Cañada de los Dinamos, D. F., de las cuales cuatro especies pertenecen a la familia Papilionidae. Por otra parte, Vargas *et al.* (1994) enlistaron 339 especies de ropalóceros para la Sierra de Atoyac de Álvarez, estado de Guerrero, de las cuales 20 forman parte de los papiliónidos. De igual manera, en el trabajo de los papilionoideos de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, de Díaz-Batres *et al.* (2001) se enlistan 10 especies de la familia Papilionidae. Para las mariposas de Malinalco, Estado de México, de Hernández-Mejía *et al.* (2008) se registraron 16 papiliónidos; asimismo, se mencionan 13 especies de Papilionidae para la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, en el estudio realizado por Luna-Reyes *et al.* (2008). Sin embargo, para estos estudios, la escala temporal es mayor a la empleada en esta investigación; no obstante, la gran riqueza observada de especies puede atribuirse a la región donde se realizó el estudio, ya que por su ubicación geográfica la Sierra de San Carlos, es una discontinuidad

fisiográfica aislada con relación a la Sierra Madre Oriental, en donde se han originado o conservado poblaciones y comunidades relativamente particulares (Briones, 1991).

Variación altitudinal. Las pruebas de ANOVA tanto para la abundancia como para la riqueza específica asociada a cada piso altitudinal, no revelaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se observó que la abundancia de Papilionidae disminuyó ligeramente con el incremento en la altitud (Cuadro 2). Fueron registrados 169 individuos en MSM, 117 ejemplares en BQ y 104 en BMM; el mayor número de especies se registró en BQ. Los estimadores de riqueza indicaron que se tiene de 11 a 12 especies potenciales en MSM (Cuadro 2); por lo tanto las 11 especies registradas en ese sitio representan entre 92.3 a 100 % de la riqueza estimada. La riqueza observada en BQ constituyó el 81.4 a 87.8 % del estimado; para BMM, las nueve especies encontradas representan el 91.6 a 100 % de las especies estimadas. Por otro lado, la diversidad (H') se mantuvo casi estable conforme incrementó el gradiente elevacional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis altitudinal y estacional de Papilionidae en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas.

	Altitud			P	Estación			
	BMM (1085)	BQ (783)	MSM (553)		V	O	I	General
Sobs	9	12	11	11	10	14	3	14
N	104	117	169	92	147	144	7	390
Sest								
Chao 1	9	13.66	11	12	10	14	3.48	14
Jack 1	9.82	14.75	11.92	12.78	11.29	16.67	4.67	15.58
Clench								
R ²	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
Proporción	0.88	0.86	0.87	0.82	0.90	0.84	0.58	0.92
Pendiente	0.07	0.16	0.11	0.22	0.10	0.26	0.14	0.03
Diversidad								
D _{Si}	0.88	0.86	0.87	0.86	0.86	0.87	0.76	0.88
H'	2.13	2.06	2.14	2.08	2.02	2.20	1.08	2.28

Sobs = Riqueza observada; N = Abundancia; Sest = Riqueza estimada; R² = Coeficiente de determinación; D_{Si} = índice de Simpson; H' = índice de Shannon; P = Primavera; V = Verano; O = Otoño; I = Invierno.

Fenología. Los análisis de la varianza tanto para la abundancia ($F(3,32) = 67.735, p < 0.001$) como para la riqueza específica ($F(3,32) = 42.200, p < 0.001$) asociada a cada temporada del año, fueron significativas. Las pruebas indicaron que para ambos casos, la temporada de invierno, presentó mayor relación con el resto de las estaciones. En primavera se registraron 92 ejemplares, aumentando ligeramente hacia verano (147 ejemplares); posteriormente la abundancia se redujo durante el otoño (144 individuos) hasta llegar a invierno donde se encontró el menor número de ejemplares (siete). De manera opuesta, la riqueza disminuyó progresivamente durante el transcurso del año. Para la primavera se tuvo un estimado de 12 a 13 especies (Cuadro 2); por lo tanto, las 11 especies (Sobs) encontradas en esa estación representaron de 86.1 a 91.7 % del estimado. Invierno fue la estación con la menor riqueza (tres especies), que representó del 64.2 a 100 % de las especies estimadas en dicha estación. Por otra parte, otoño fue la estación donde se registró el valor más alto de diversidad (Cuadro 2). La variación altitudinal de las especies de Papilionidae puede estar determinada por los factores que se modifican con la elevación, como la temperatura o la precipitación (Monteagudo *et al.*, 2001). Es posible que las condiciones más húmedas durante el otoño hayan favorecido el incremento de la diversidad y la biomasa de la comunidad vegetal, lo cual puede propiciar el establecimiento de más especies y poblaciones mayores (Rhoades, 1983).

Los estimadores de riqueza, así como los valores obtenidos para la pendiente del modelo de Clench, sugieren que el inventario de Papilionidae en cada uno de los sitios o para cada estación está bien representado, ya que los valores de riqueza observada con relación a la riqueza estimada fueron cercanos al 90 %, al igual que la representatividad indicada por el modelo de Clench (± 80 %) y los valores de las pendientes calculadas (± 0.14). Sin embargo, es probable que sea mayor la cantidad de especies que pudieran llegar a registrarse, ya que los valores obtenidos de la pendiente en cada estación y sitio, son mayores a 0.1, lo cual indica que se obtuvo un inventario poco confiable.

En relación a la diversidad beta, para las comparaciones entre sitios estuvieron por encima del 50 %, habiendo una mayor similitud entre MSM y BQ. Asimismo, la relación entre estaciones fue mayor entre periodo de primavera-verano-otoño, por lo que no hubo un recambio importante de especies a nivel espacial o temporal (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de similitud entre sitios y estaciones en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas.

Comparación altitudinal	Bray–Curtis	Comparación estacional	Bray–Curtis
BMM-BQ	0.65	P-V	0.45
BQ-MSM	0.78	P-O	0.58
BMM-MSM	0.53	P-I	0.10
		V-O	0.82
		V-I	0.09
		O-I	0.09

P = Primavera; V = Verano; O = Otoño; I = Invierno.

Criterios de residencialidad. Se reconocieron las plantas de alimentación larval de las 14 especies de papiliónidos presentes en el área de estudio. De esta manera, se definieron dos grupos distintos (Cuadro 4). El primero integrado por nueve especies de mariposas para las cuales se citó la especie de la planta huésped (E) en la zona de estudio. El otro grupo, conformado por cuatro especies para las que se registró el género de la planta de alimentación larval en el área (G); adicionalmente, para *Heraclides anchisiades idaeus* se citó tanto género como especie huésped.

Cuadro 4. Huéspedes potenciales de los papiliónidos de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas.

Especie	Planta huésped	Familia	Taxón
<i>Battus philenor philenor</i>	<i>Aristolochia littoralis</i>	Aristolochiaceae	E
<i>Battus polydamas polydamas</i>	<i>Aristolochia littoralis</i>	Aristolochiaceae	E
<i>Protographium epidaus epidaus</i>	<i>Annona sp.</i>	Annonaceae	G
<i>Protographium philolaus philolaus</i>	<i>Annona sp.</i>	Annonaceae	G
<i>Papilio polyxenes asterius</i>	<i>Osmorhiza mexicana</i>	Apiaceae	E
	<i>Daucus montanus</i>	Apiaceae	E
<i>Pterourus alexiars garcia</i>	<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae	E
	<i>Carpinus caroliniana</i>	Betulaceae	E
	<i>Acer grandidentatum</i>	Aceraceae	E
	<i>Fraxinus greggii</i>	Oleaceae	E
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae	E
<i>Pterourus pilumnus</i>	<i>Litsea glaucescens</i>	Lauraceae	E
<i>Pterourus palamedes leontis</i>	<i>Persea podadenia</i>	Lauraceae	E
<i>Pterourus garamas abderus</i>	<i>Persea podadenia</i>	Lauraceae	E

Planta huésped presente en la zona de estudio: E (especie), G (género).

Cuadro 4 (continuación)

Especie	Planta huésped	Familia	Taxón
<i>Pterourus victorinus victorinus</i>	<i>Persea podadenia</i>	Lauraceae	E
<i>Heraclides cresphontes</i>	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae	E
<i>Heraclides astyalus pallas</i>	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	G
<i>Heraclides ornythion</i>	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	G
<i>Heraclides anchisiades idaeus</i>	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	G
	<i>Casimiroa greggii</i>	Rutaceae	E

Planta huésped presente en la zona de estudio: E (especie), G (género).

De acuerdo con los resultados, es probable que al menos el 43 % de los papiliónidos sea residente, pues en el área de estudio está presente su especie huésped; la condición de residencia de estos papilionoideos se ve reforzada por su abundancia, especialmente en el caso de *Heraclides cresphontes*, que es una especie abundante y común en el área. De igual manera, se considera a *Battus philenor philenor*, *Battus polydamas polydamas*, *Papilio polyxenes asterius*, *Pterourus pilumnus* y *Heraclides ornythion*, como especies residentes de la Sierra de San Carlos.

CONCLUSIÓN

Se registraron 14 especies de la familia Papilionidae para la Sierra de San Carlos, las cuales representan el 66.7 % de la riqueza reportada de esta misma familia para Tamaulipas. Los papiliónidos del área presentan muchas especies euriecas, por lo que el cambio en la riqueza es casi imperceptible conforme aumenta la altitud. Por otra parte, las condiciones de mayor humedad durante el verano-otoño propician el establecimiento de más especies y poblaciones mayores de Papilionidae. El 43 % de los papiliónidos en el área de estudio se consideran como residentes, dado su amplio espectro de recursos alimenticios.

Literatura Citada

- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y E. Loa (Coord.). 2000. Pp. 355–357. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Briones, O. L. 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana*, 16: 15–43.
- De la Luz, M. y A. Madero. 2011. *Guía de mariposas de Nuevo León*. Fondo Editorial de Nuevo León, UANL, México. 366 p.
- De la Maza, R. R. 1987. *Mariposas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 301 p.
- Díaz-Batres, M. E., Llorente, J., Vargas, I. F. y A. M. Luis. 2001. Papilionoidea (Lepidoptera) de la Reserva de la Biosfera “La Michilía” en Durango, México. Pp. 35–56. In: Vargas, M., Polanco, O. J. y G. Zúñiga (Coord.). *Contribuciones entomológicas. Homenaje a la Dra. Isabel Bassols*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- García-Jiménez, J. 2005. Las mariposas del municipio de Victoria y algunas áreas circunvecinas del centro del estado de Tamaulipas, México. Pp. 138–150. In: Barrientos, L., Correa, A., Horta, J. V. y J. García (Eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca. Vol. 1*. Dirección General de Educación Superior Tecnológica, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Garwood, K. and R. Lehman. 2005. *Butterflies of Northeastern Mexico. Nuevo León, San Luis Potosí and Tamaulipas. A Photographic Checklist*. 2nd Edition. Eye Scry Publishing, McAllen, Texas. 194 p.
- Hernández-Mejía, C., Llórente, J. B., Vargas, I. F. y A. M. Luis. 2008. Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(1): 117–130.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151–161.

- Llorente, J. B., Oñate, L. O., Luis, A. M. e I. F. Vargas. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: distribución geográfica e ilustración*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México/ Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México, D. F. 235 p.
- Luis, A. M. y J. B. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la cañada de los Dínamos, Magdalena Contreras, D. F., México. *Folia Entomológica Mexicana*, 78: 95–198.
- Luis, A. M., Llorente, J. B., Vargas, I. F. y A. L. Gutiérrez. 2000. Síntesis preliminar del Conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. Pp. 275–285. *In*: Martín, F., Morrone, J. J. y A. Melic (Eds.). *m3m, Monografías Tercer Milenio 1*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- Luis, A. M., Llórente, J. B., Vargas, I. F. y F. Hernández-Baz. 2011. Mariposas diurnas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera). Pp. 339–354. *In*: Cruz, A. A., Lorea, F. G., Hernández, V. O. y J. E. Morales (Eds.). *La biodiversidad de Veracruz. Estudio de estado, Vol. II*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Gobierno del Estado de Veracruz/ Universidad Veracruzana/ Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.
- Luna, M. R., Llorente, J. B., Luis, A. M. e I. F. Vargas. 2010. Composición faunística y fenología de las mariposas (Rhopalocera: Papilionoidea) de Cañón de Lobos, Yautepec, Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 315–342.
- Luna-Reyes, M., Llorente, J. B. y A. M. Luis. 2008. Papilionoidea de la sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista de Biología Tropical*, 56(4): 1677–1716.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom. 256 p.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity?. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44: 211–235.
- Martínez, M. 1998. *Inventario florístico de la Sierra de San Carlos, Tamps*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. P024. México, D. F.
- Monteagudo-Sabaté, D., Luis, A. M., Vargas, I. F. y J. B. Llórente. 2001. Patrones altitudinales de la diversidad de mariposas en la Sierra Madre del Sur (México) (Lepidoptera: Papilionoidea). *Revista Lepidopterológica (SHILAP)*, 29(115): 207–237.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Rhoades, D. F. 1983. Herbivore population dynamics and plant chemistry. Pp. 55–68. *In*: Denno, R. F. y M. S. McClure (Eds.). *Variable plants and herbivores in natural and managed systems*. Academic Press, New York.
- Scott, J. A. 1986. *The butterflies of North America*. A natural history and field guide. Stanford University Press, Stanford, California. 583 p.
- Treviño, E. J., Muñoz, C. A., Cavazos, C. y L. Barajas. 2002. Evaluación del flujo hídrico superficial en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Ciencia UANL*, 5(4): 525–530.
- Tyler, H., Brown, K. S. Jr, and K. Wilson, 1994. *Swallowtail butterflies of the Americas: a study in biological dynamics ecological diversity, biosystematics and conservation*. Ganesvill: Scientific Publishers. 376 p.
- Vargas, I. F., Llorente, J. B. y A. M. Luis. 1994. Listado Lepidopterofaunístico de la sierra de Atoyac de Álvarez en el estado de Guerrero: notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidea). *Folia Entomológica Mexicana*, 86: 41–178.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y A. M. Umaña. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Warren, A. D., Davis, K. J., Grishin, N. V., Pelham, J. P. and E. M. Stangeland. 2012. Interactive Listing of American Butterflies. Disponible en: <http://www.butterfliesofamerica.com/>.