

## VALOR INDICADOR DE LOS NINFÁLIDOS (PAPILIONOIDEA: NYMPHALIDAE) EN SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA DEL NORESTE DE MÉXICO

Edmar Meléndez-Jaramillo<sup>1</sup>✉, César M. Cantú-Ayala<sup>1</sup>, Uriel J. Sánchez-Reyes<sup>2</sup>, Bernal Herrera-Fernández<sup>3</sup> y Andrés E. Estrada-Castillón<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Cátedra Latinoamericana de Corredores Biológicos "Kenton Miller", Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica.

✉Autor de correspondencia: mel\_florus@outlook.com

**RESUMEN.** Se realizó un estudio sobre diversidad y del valor de asociación que presentan las mariposas de la familia Nymphalidae con respecto a dos condiciones de selva baja espinosa caducifolia (SBEC), en el área natural protegida (ANP) Altas Cumbres, Tamaulipas, México. Se establecieron dos transectos permanentes, uno por cada condición. El muestreo se llevó a cabo de manera mensual en cada sitio mediante redes entomológicas aéreas y trampas Van Someren-Rydon, durante diciembre del 2015 a noviembre del 2016. Se obtuvieron 1,234 ejemplares para la condición conservada, distribuidos en 87 especies, y 1,755 ejemplares distribuidos en 77 especies para la condición perturbada. Las pruebas tanto para la abundancia como para la riqueza específica y diversidad alfa entre ambas condiciones de la vegetación no revelaron diferencias significativas. Por otro lado, mediante el uso del valor de asociación se designaron 21 especies categorizadas como indicadoras detectoras.

**Palabras clave:** Lepidópteros diurnos, bosque tropical caducifolio, diversidad, especies indicadoras

### Indicator value of brush-footed butterflies (Papilionoidea: Nymphalidae) in low deciduous forest in Northeastern Mexico

**ABSTRACT.** A study was conducted on the diversity and value of the association that brush-footed butterflies presents with respect to the low tropical deciduous forest under disturbed and preserved conditions in a natural protected area known as Altas Cumbres, Tamaulipas, Mexico. Two permanent transects were established, one for each conservation condition. Sampling was performed monthly at each site using entomological aerial nets and Van Someren-Rydon traps, from December 2015 to November 2016. A total of 1,234 individuals were obtained for the preserved condition, distributed in 87 species; and 1,755 individuals distributed in 77 species were recorded for the disturbed condition. The analysis for the abundance, species richness and alpha diversity between both conditions showed no significant differences. Furthermore, by using the association value were designated 21 species categorized as indicator detector.

**Keywords:** diurnal Lepidoptera, low tropical deciduous forest, diversity, indicator species

## INTRODUCCIÓN

Es bien conocida la importancia de los bosques tropicales en el funcionamiento y equilibrio global por la gran cantidad de hábitats que generan para ser aprovechados por una alta diversidad de especies, sin embargo, son uno de los ecosistemas más afectados por los fenómenos de fragmentación producidos por el aprovechamiento excesivo que alteran la estructura y el funcionamiento ecosistémico a diferentes escalas y que trae consigo extinciones locales y regionales, aislamientos poblacionales y la reducción de la heterogeneidad de hábitats (Fuentes y

Camero, 2006). Por otra parte, diferentes grupos de insectos han sido reconocidos por ser sustanciales elementos bioindicadores de la calidad de los ecosistemas, al poseer características tales como una alta diversidad, importancia funcional, fidelidad ecológica, asociación estrecha con otras especies, rápida respuesta a la variabilidad ambiental y facilidad de captura (Pearce y Venier, 2006). Además, ha sido demostrada su sensibilidad a los cambios ocasionados por la intervención del ser humano (Basset *et al.*, 2004). De estos, las mariposas diurnas son hoy en día uno de los grupos más reconocidos y utilizados para el monitoreo y establecimiento de áreas significativas en políticas de conservación y de manejo (Fattorini, 2006).

Se sabe poco sobre la entomofauna y en especial sobre las mariposas de los ambientes cálido-húmedos de México, pues tales estudios básicamente han tratado de reconocer la composición florística y sus relaciones (Luna-Reyes *et al.*, 2010). Uno de los tipos de vegetación que se desarrolla en estas formaciones es la selva baja espinosa caducifolia (SBEC), en el que existe gran riqueza florística, con porcentajes altos de endemismo concentrados principalmente en la cuenca del río Balsas, en la península de Yucatán y al noreste de México (Rzedowski, 1992). En ese contexto, una de las regiones más notables en Tamaulipas es el área natural protegida (ANP) Altas Cumbres, ya que se ubica en uno de los 15 nodos panbiogeográficos de México; dichas zonas poseen una elevada biodiversidad según lo señalado por Morrone y Márquez (2008), dado que en ellas convergen distintas provincias biogeográficas, originando el contacto entre diferentes elementos bióticos. Por lo que, el disturbio causado por el hombre se considera como una gran amenaza a la diversidad, integridad y funcionalidad de asociaciones vegetales de alta importancia ecológica y su dinámica espaciotemporal (Ehrlich, 2004).

Con base en lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron: a) identificar la diversidad de ninfálidos en un ecosistema de selva baja espinosa caducifolia en condición conservada y perturbada en el área natural protegida (ANP) Altas Cumbres en Tamaulipas, México, y b) generar el valor indicador para las especies concurrentes en el área de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se llevó a cabo en el ANP Altas Cumbres, la cual se localiza en la porción occidental del municipio de Victoria y una pequeña parte del oriente del municipio de Jaumave, en el centro del estado de Tamaulipas (Escobar *et al.*, 2014). Se determinaron dos localidades conectadas por un corredor biológico: a) Cañón de la Peregrina, se ubica entre las coordenadas 23° 45' 30" N y 99° 18' 39" O, escogido por tener una vegetación de SBEC bien conservada; y b) Cañón del Novillo, ubicado entre las coordenadas 23° 41' 46" N y 99° 11' 48" O, seleccionado por mostrar una vegetación perturbada de SBEC. Se realizaron muestreos mensuales para cada uno de los sitios, durante el periodo de diciembre del 2015 a noviembre del 2016. La recolecta de individuos se llevó a cabo mediante el uso de redes entomológicas aéreas, efectuando recorridos a lo largo de un transecto de 1 km, siguiendo las técnicas recomendadas por Villarreal *et al.* (2006). Asimismo, se colocaron diez trampas Van Someren-Rydon a lo largo de un transecto de 500 m de longitud, 50 m una de otra. El tiempo de muestreo en cada localidad fue de nueve horas en el período comprendido de las 8:00 am a las 5:00 pm. Los ejemplares fueron montados de acuerdo con el procedimiento descrito de Andrade *et al.* (2013). Para la determinación taxonómica se consultaron las obras de Luis *et al.* (2003), Glassberg (2007), Vargas *et al.* (2008) y Luis *et al.* (2010), asimismo, 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 Departamento de Conservación de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

Como medida de abundancia y riqueza fueron utilizados, el número de individuos y de especies registradas en cada localidad. Para corroborar las diferencias significativas entre la abundancia y la riqueza de especies asociadas a cada condición, se realizaron pruebas de t-Student para muestras independientes, mediante el programa PAST 3.18. Por otra parte, como estimadores de riqueza se utilizaron los modelos Chao 1 y Jackknife 1 (Magurran, 2004), mediante el programa EstimateS 8.2. Además, se recurrió al modelo de dependencia lineal para conocer la calidad del inventario, esto mediante el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y la pendiente (Gómez-Anaya *et al.* 2014), el procedimiento se efectuó en el programa STATISTICA 8.0. Como medida de diversidad se utilizó el índice de Buzas y Gibson; para medir la similitud entre sitios se empleó el índice de Bray-Curtis (Moreno, 2001); dichos índices fueron calculados mediante el programa PAST 3.18. Para calcular el valor de asociación de cada especie de mariposa hacia el tipo de hábitat, se empleó el índice de valor indicador (IndVal) (Dufrene y Legendre, 1997). Los análisis se ejecutaron mediante *labdsv* en la plataforma R 3.2.3, utilizando 1,000 permutaciones aleatorias para definir el nivel de significancia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Variación por condición de SBEC.** Se obtuvieron 1,234 ejemplares para la SBEC conservada, distribuidos en 49 géneros y 87 especies (Cuadro 1). Su riqueza potencial según los estimadores fue de 90 a 101 especies; por lo tanto, la riqueza observada en relación con dichas estimaciones fue de 86.35 a 96.88%. Por otra parte, según el modelo de dependencia lineal se obtuvo un estimado de 103 especies, mientras que la evaluación de mariposas en el área es poco confiable (pendiente= 0.284), con una proporción faunística inventariada del 84.59 %. De igual manera, para la SBEC perturbada, se recolectaron 1,755 ejemplares distribuidos en 45 géneros y 77 especies (Cuadro 1). Su riqueza potencial fue de 78 a 85 especies; por lo tanto, la riqueza observada fue de 90.32 a 98.47%. Según el modelo de dependencia lineal se obtuvo un estimado de 89 especies, mientras que la evaluación en el área es más confiable (pendiente= 0.143), al obtenerse una proporción del 86.32%, por lo que, la probabilidad de encontrar nuevos registros es mayor en la SBEC conservada que en la perturbada.

En cuanto a diversidad alfa, la SBEC conservada presentó un valor de 0.64 para Buzas y Gibson, mientras que la perturbada mostró un valor de 0.67, ambos valores expresan a ambientes habitados por pocos taxones dominantes en términos de abundancia (Fattorini *et al.*, 2016). Las pruebas de t-Student tanto para la abundancia como para la riqueza y la diversidad alfa asociada a cada condición de SBEC, no revelaron diferencias estadísticas significativas.

Con relación a la condición, muchos grupos biológicos incluyendo los insectos responden a patrones específicos generales, como la disminución gradual de la abundancia, riqueza y diversidad alfa conforme descende la integridad ecológica (Kerr *et al.*, 2000). No obstante, en la SBEC del ANP Altas Cumbres no se observó dicha tendencia hacia el descenso en el número de especies, ejemplares y diversidad alfa de mariposas con la disminución en la integridad ecológica.

**Diversidad beta entre condiciones de SBEC.** El índice de Bray-Curtis indicó una similitud de 80.16% entre ambas condiciones de SBEC, lo cual indica un elevado flujo de mariposas entre

ambas comunidades, por lo cual, el número de especies representativas de cada condición debe ser muy bajo (Moreno, 2001).

**Valor indicador.** El IndVal permitió cuantificar el porcentaje de asociación para 92 especies de mariposas presentes entre ambas condiciones de SBEC, de las cuales 65 tuvieron una mayor probabilidad ( $p < 1$ ) de ser consideradas como indicadoras (Cuadro 1). De estas, solo 21 mostraron valores iguales o mayores a 50 %, categorizándose como detectoras, las cuales se definen por presentar niveles moderados de especificidad (Sánchez-Reyes *et al.*, 2017), mientras que 19 exhibieron un valor indicador significativo ( $p < 0.05$ , Cuadro 1). Las restantes 27 especies tuvieron valores de asociación igual o menor a 17 %, con probabilidades nulas ( $p = 1$ ) de ser consideradas como indicadoras (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Valor indicador de las especies de Nymphalidae de dos condiciones de selva baja espinosa caducifolia (SBEC) en el ANP Altas Cumbres, Tamaulipas, México. IndVal = Índice de valor indicador, Con. = Conservada, Per. = Perturbada, Cat. = Categoría, Det. = Detectora,  $p$  = probabilidad

Especie	Abundancia		IndVal		Cat.	$p$
	Con.	Per.	Con.	Per.		
<b>Libytheinae</b> Boisduval, 1833						
<i>Libytheana carinenta</i> (Strecker, 1878)	15	25	0.11	0.18	–	0.599
<b>Danainae</b> Boisduval, 1833						
<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)	6	9	0.18	0.23	–	0.677
<i>Danaus gilippus</i> (H. Bates, 1863)	7	8	0.16	0.18	–	0.578
<i>Danaus eresimus</i> Talbot, 1943	11	15	0.26	0.37	–	0.124
<i>Pteronymia cotytto</i> (Guérin-Méneville, 1844)	9	10	0.08	0.09	–	1.000
<i>Greta morgane</i> (Hewitson, 1855)	5	8	0.13	0.21	–	0.436
<b>Heliconiinae</b> Swainson, 1822						
<i>Agraulis vanillae</i> (N. Riley, 1926)	4	6	0.10	0.17	–	0.905
<i>Dione moneta</i> Butler, 1873	4	6	0.20	0.30	–	0.244
<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Dryas iulia</i> (N. Riley, 1926)	37	60	0.32	0.53	Det.	0.008
<i>Eueides isabella</i> (Fabricius, 1793)	3	4	0.12	0.17	–	0.878
<i>Heliconius charithonia</i> W. Comstock & F. Brown, 1950	28	44	0.19	0.31	–	0.819
<i>Heliconius erato</i> (E. Doubleday, 1847)	5	0	0.50	0.00	Det.	0.040
<i>Heliconius ismenius</i> Doubleday, 1847	3	0	0.33	0.00	–	0.220
<i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1775)	11	19	0.21	0.34	–	0.496
<i>Euptoieta hegesia</i> Stichel, 1938	14	21	0.38	0.58	Det.	0.002
<b>Limnitiinae</b> Behr, 1864						
<i>Limnitis arthemis</i> (Fabricius, 1775)	2	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Adelpha paraena</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	4	3	0.19	0.14	–	0.578
<i>Adelpha fessonia</i> (Hewitson, 1847)	33	46	0.31	0.42	–	0.331
<i>Adelpha basiloides</i> (H. Bates, 1865)	32	48	0.24	0.36	–	0.617
<i>Adelpha iphicleola</i> (H. Bates, 1864)	2	0	0.17	0.00	–	1.000
<b>Apaturinae</b> Boisduval, 1840						
<i>Asterocampa leilia</i> (W. H. Edwards, 1874)	16	25	0.33	0.53	Det.	0.010
<i>Asterocampa clyton</i> D. Stallings & Turner, 1947	10	14	0.28	0.39	–	0.069
<i>Asterocampa idyja</i> (H. Bates, 1864)	6	7	0.23	0.27	–	0.312
<i>Doxocopa pavon</i> (Lucas, 1857)	32	45	0.37	0.53	Det.	0.004
<i>Doxocopa laure</i> (Drury, 1773)	14	19	0.37	0.53	Det.	0.010
<b>Biblidinae</b> Boisduval, 1833						
<i>Biblis hyperia</i> Boisduval, 1836	37	60	0.34	0.53	Det.	0.164
<i>Mestra amymone</i> (Ménétriés, 1857)	29	35	0.45	0.55	Det.	0.006
<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schäffer, 1855)	23	32	0.26	0.35	–	0.129
<i>Eunica monima</i> (Stoll, 1782)	15	20	0.27	0.32	–	0.253
<i>Myscelia ethusa</i> (Doyère, 1840)	24	40	0.31	0.52	Det.	0.008
<i>Hamadryas februa</i> (Godart, 1824)	20	31	0.18	0.28	–	0.516

Cuadro 1. Continuación

Especie	Abundancia		IndVal		Cat.	p
	Con.	Per.	Con.	Per.		
<i>Hamadryas glauconome</i> (H. Bates, 1864)	20	30	0.36	0.53	Det.	0.080
<i>Hamadryas guatemalena</i> (Fruhstorfer, 1916)	3	4	0.12	0.17	–	0.879
<i>Hamadryas amphinome</i> (Lucas, 1853)	2	3	0.13	0.20	–	0.576
<i>Epiphile adrasta</i> Hewitson, 1861	24	29	0.40	0.50	Det.	0.024
<i>Pyrrhogyra edocla</i> Doubleday, 1848	1	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	2	4	0.06	0.11	–	1.000
<i>Dynamine postverta</i> d'Almeida, 1952	24	29	0.41	0.48	–	0.021
<i>Dynamine dyonis</i> Geyer, 1837	29	44	0.36	0.54	Det.	0.024
<b>Cyrestinae</b> Guenée, 1865						
<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)	2	3	0.07	0.10	–	1.000
<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)	5	9	0.11	0.18	–	0.810
<b>Nymphalinae</b> Rafinesque, 1815						
<i>Smyrna blomfieldia</i> Fruhstorfer, 1908	10	15	0.25	0.34	–	0.216
<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)	5	9	0.10	0.19	–	0.609
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	8	11	0.11	0.15	–	0.983
<i>Vanessa atalanta</i> (Fruhstorfer, 1909)	2	4	0.06	0.11	–	1.000
<i>Anartia jatrophae</i> (Fruhstorfer, 1907)	30	48	0.33	0.56	Det.	0.000
<i>Anartia fatima</i> (Fabricius, 1793)	32	42	0.39	0.52	Det.	0.005
<i>Siproeta stelenes</i> (Fruhstorfer, 1907)	42	65	0.39	0.61	Det.	0.000
<i>Siproeta epaphus</i> (Latreille, 1813)	4	6	0.13	0.20	–	0.420
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	1	1	0.08	0.08	–	1.000
<i>Chlosyne janais</i> (Drury, 1782)	42	67	0.33	0.55	Det.	0.000
<i>Chlosyne definita</i> (E. Aaron, 1885)	1	2	0.06	0.11	–	1.000
<i>Chlosyne endeis</i> Scott, 1986	3	4	0.21	0.29	–	0.311
<i>Chlosyne rosita</i> Bauer, 1961	14	20	0.27	0.39	–	0.039
<i>Chlosyne theona</i> (W. H. Edwards, 1877)	5	6	0.08	0.09	–	1.000
<i>Chlosyne lacinia</i> Scudder, 1875	20	31	0.38	0.56	Det.	0.002
<i>Microtia elva</i> H. Bates, 1864	18	26	0.27	0.39	–	0.043
<i>Texola elada</i> (W. H. Edwards, 1877)	2	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Eresia phillyra</i> Hewitson, 1852	26	41	0.34	0.55	Det.	0.001
<i>Castilia myia</i> (Hewitson, 1864)	3	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Tegosa anieta</i> Higgins, 1981	1	2	0.06	0.11	–	1.000
<i>Anthanassa texana</i> (W. H. Edwards, 1863)	26	38	0.35	0.51	Det.	0.013
<i>Anthanassa ardys</i> (Hewitson, 1864)	3	6	0.09	0.19	–	0.886
<i>Anthanassa ptolyca</i> (H. Bates, 1864)	2	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Anthanassa argentea</i> (Godman & Salvin, 1882)	19	29	0.33	0.51	Det.	0.033
<i>Anthanassa tulcis</i> (H. Bates, 1864)	3	4	0.07	0.10	–	1.000
<i>Phyciodes graphica</i> (R. Felder, 1869)	1	3	0.04	0.13	–	1.000
<i>Phyciodes phaon</i> (W. H. Edwards, 1864)	2	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Phyciodes tharos</i> (Drury, 1773)	19	27	0.33	0.49	–	0.049
<b>Charaxinae</b> Guenée, 1865						
<i>Consul electra</i> (Westwood, 1850)	6	11	0.16	0.28	–	0.324
<i>Consul fabius</i> (Doubleday, 1849)	0	1	0.00	0.17	–	1.000
<i>Anaea aidea</i> (Guérin-Ménéville, 1844)	76	102	0.34	0.45	–	0.031
<i>Fountainea eurypyle</i> (A. Hall, 1929)	3	0	0.33	0.00	–	0.212
<i>Fountainea glycerium</i> (E. Doubleday, 1849)	43	59	0.25	0.35	–	0.261
<i>Memphis moruus</i> (W. Comstock, 1961)	1	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Memphis pithyusa</i> (R. Felder, 1869)	53	78	0.18	0.27	–	0.284
<i>Memphis forreri</i> (Godman & Salvin, 1884)	26	34	0.31	0.39	–	0.695
<i>Archaeoprepona centralis</i> (Fruhstorfer, 1905)	10	17	0.28	0.45	–	0.048
<i>Archaeoprepona gulina</i> (Fruhstorfer, 1904)	3	4	0.14	0.19	–	0.574
<b>Satyrinae</b> Boisduval, 1833						
<i>Morpho helenor</i> Guenée, 1859	0	1	0.00	0.17	–	1.000
<i>Opsiphanes boisduvallii</i> Doubleday, 1849	17	22	0.41	0.50	Det.	0.021
<i>Opsiphanes cassina</i> (Boisduval, 1870)	0	1	0.00	0.17	–	1.000
<i>Manataria hercyna</i> (Hopffer, 1874)	0	2	0.00	0.17	–	1.000
<i>Cyllopsis dospassosi</i> L. Miller, 1974	17	22	0.31	0.40	–	0.115

**Cuadro 1.** *Continuación*

Especie	Abundancia		IndVal		Cat.	p
	Con.	Per.	Con.	Per.		
<i>Cyllopsis gemma</i> (D. Stallings & Turner, 1947)	25	35	0.28	0.39	–	0.898
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	24	36	0.29	0.42	–	0.135
<i>Cissia terrestris</i> (Butler, 1867)	3	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	4	6	0.10	0.17	–	0.898
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	4	0	0.17	0.00	–	1.000
<i>Taygetis thamyra</i> (Cramer, 1779)	0	2	0.00	0.17	–	1.000
<i>Cercyonis pegala</i> (W. H. Edwards, 1880)	1	0	0.17	0.00	–	1.000

Las especies detectoras con los valores más altos del índice fueron: *Heliconius erato* (E. Doubleday, 1847) (50%) para SBEC conservada; mientras que *Siproeta stelenes* (Fruhstorfer, 1907) (61%), *Euptoieta hegesia* Stichel, 1938 (58 %), *Chlosyne lacinia* Scudder, 1875 (56 %) y *Anartia jatrophae* (Fruhstorfer, 1907) (56 %) tuvieron los porcentajes más altos en SBEC perturbada. Contrario a la concepción de que todas las mariposas se encuentran asociadas a ambientes de buena calidad, estudios como el de Tobar (2000) en la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia) han registrado que mientras algunos grupos de mariposas son exclusivos de zonas de bosque, otros pueden fácilmente establecerse en áreas intervenidas donde las condiciones físicas y estructurales (vegetación) son muy diferentes (García y Ospina, 2004).

Para mariposas diurnas, Prieto y Constantino (1996), demuestran que no existe una uniformidad en cuanto al estado de conservación con la diversidad. Tobar (2000) propone una tendencia de especies de mariposas generalistas por hábitat con algún tipo de perturbación o transformación, mientras que las especies de bosque tienden a ser especialistas y prefieren hábitat con estructura de vegetación más compleja. La presencia de estratos en el bosque determina gradientes de temperatura y humedad particulares, además de estadios de sucesión vegetal tardíos que favorecen el establecimiento de grupos de mariposas adaptados a estas condiciones (físicas y estructurales) y que de esta manera en algún momento pueden ser dominantes al aprovechar eficientemente este tipo de hábitat.

En otros estudios de mariposas diurnas también se ha observado que la respuesta de las especies ante una variable es diferente cuando se realiza el análisis a nivel de comunidad (Lien y Yuan, 2003). El valor indicador combina medidas del grado de especificidad de un taxón a un tipo de hábitat y su fidelidad dentro del mismo (Zerbino, 2010). De acuerdo con McGeoch *et al.* (2002) las unidades taxonómicas u especies con valores intermedios de especificidad, denominadas detectoras, pueden ser útiles para el monitoreo de cambios ambientales porque tienen diferentes grados de preferencia en los distintos hábitats. Por lo tanto, las variaciones relativas de su abundancia en las diferentes unidades analizadas pueden estar indicando la dirección en la que están ocurriendo los cambios. En este sentido, la riqueza y la densidad total de individuos variaron de acuerdo con la frecuencia del disturbio físico, y a la capacidad de cada uno de ellos de adaptarse a los cambios.

## CONCLUSIÓN

Se recolectaron 87 especies de mariposas diurnas de la familia Nymphalidae para la SBEC conservada, así como 77 especies en la SBEC perturbada del ANP Altas Cumbres, Tamaulipas. La eficiencia del muestreo para ambas condiciones varía entre el 84.59 y el 98.47 %. Las pruebas tanto para la abundancia como para la riqueza específica y la diversidad alfa entre ambas condiciones no revelaron diferencias significativas.

Por otro lado, el índice de Bray-Curtis mostró un elevado flujo de mariposas diurnas entre ambas comunidades, por lo cual, el número de especies representativas de cada condición debe ser muy bajo. El índice de valor indicador sugirió una asociación significativa de 19 especies categorizadas como detectoras, las cuales presentan diferentes grados de preferencia de hábitat.

## LITERATURA CITADA

- Andrade-C., M. G., Bañol, E. R. H. y P. Triviño. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas diurnas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 37(144): 311–325.
- Basset, Y., Mavoungou, J. F., Mikissa, J., Missa, O., Miller, S. E., Kitching, R. L. y A. Alonso. 2004. Discriminatory power of different arthropod data sets for the biological monitoring of anthropogenic disturbance in tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 13(4): 709–732.
- Dufrene, M. y P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3): 345–366.
- Ehrlich, P. R. 2004. Butterflies, test systems, and biodiversity. Pp. 1–6. In: C. L. Boggs, W. B. Watt and P. R. Ehrlich (eds.). *Butterflies: ecology and evolution taking flight*. The University of Chicago Press.
- Escobar, A., García, J. y L. J. García. 2014. Riqueza y biogeografía de las palomillas Sphingidae y Saturniidae (Lepidoptera: Heterocera) en el Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas. Pp. 205–233. In: A. Correa, J. V. Horta, J. García y L. Barrientos (eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca. Vol. 2*. Dirección General de Educación Superior Tecnológica, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Fattorini, S. 2006. A new method to identify important conservation areas applied to the butterflies of the Aegean Islands (Greece). *Animal Conservation*, 9(1): 75–83.
- Fattorini, S., Rigal, F., Cardoso, P. y P. A. Borges. 2016. Using species abundance distribution models and diversity indices for biogeographical analyses. *Acta oecologica*, 70: 21–28.
- Fuentes, P. V. y E. Camero. 2006. Estudio de la fauna de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un Bosque Húmedo Tropical de Colombia. *Entomotropica*, 21(3): 133–143.
- García-Pérez, J. F. y L. A. Ospina-López. 2004. *Lepidoptera: Rhopalocera: diversidad y distribución en la cuenca del río Coello, Ibagué*. Tesis de grado. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima. 485 pp.
- Glassberg, J. 2007. *A swift guide to the butterflies of Mexico and Central America*. Sunstreak books. Morristown, New Jersey. 266 pp.
- Gómez-Anaya, J. A., Novelo-Gutiérrez, R., Ramírez, A. y R. Arce-Pérez. 2014. Using empirical field data of aquatic insects to infer a cut-off slope value in asymptotic models to assess inventories completeness. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 218–227.
- Kerr, J. T., Sugar, A. y L. Packer. 2000. Indicator taxa, rapid biodiversity assessment, and nestedness in an endangered ecosystem. *Conservation Biology*, 14(6): 1726–1734.
- Lien, V. V. y D. Yuan. 2003. The differences of butterfly (Lepidoptera, Papilionoidea) communities in habitats with various degrees of disturbance and altitudes in tropical forests of Vietnam. *Biodiversity and Conservation*, 12(6): 1099–1111.
- Luis, A. M., Llorente, J. B. e I. F. Vargas. 2003. *Nymphalidae de México I. Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae: distribución geográfica e ilustración*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 249 pp.

- Luis, A. M., Llorente, J. B., Vargas, I. F. y C. Pozo. 2010. *Nymphalidae de México III. Nymphalinae: distribución geográfica e ilustración*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 196 pp.
- Luna-Reyes, M., 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.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom. 256 pp.
- McGeoch, M. A., B. J. Van Rensburg y A. Botes. 2002. The verification and application of bio-indicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39: 661–672.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 pp.
- Morrone, J. J. y J. Márquez. 2008. Biodiversity of Mexican terrestrial Arthropods (Arachnida and Hexapoda): a biogeographical puzzle. *Acta zoológica mexicana*, 24: 15–41.
- Pearce, J. L. and L. A. Venier. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: a review. *Ecological indicators*, 6(4): 780–793.
- Prieto, A. V. y L. M. Constantino. 1996. Abundancia, distribución y diversidad de mariposas (Lep. Rophaloceras) en El Río Tatabro, Buenaventura (Valle-Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de La Universidad del Valle*, 4: 11–18.
- Rzedowski, J. 1992. El endemismo en la flora fanerogámica de México. Pp. 337–359. In: G. Halffter (comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Botánica Mexicana, volumen especial.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Barrientos-Lozano, L., Sandoval-Becerra, F. M. e I. Martínez-Sánchez. 2017. Valor indicador de las especies de Chrysomelidae (Coleoptera) en un gradiente elevacional del noreste de México. *Entomología mexicana*, 4: 434–442.
- Tobar, L. 2000. *Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río el Roble (Quindío) y sus hábitos de polinización*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 180 pp.
- Vargas, I. F., Llorente, J. B., Luis, A. M. y C. Pozo. 2008. *Nymphalidae de México II. Libytheinae, Ithomiinae, Morphinae y Charaxinae: 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. 225 pp.
- 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 pp.
- Warren, A. D., Davis, K. J., Grishin, N. V., Pelham, J. P. y E. M. Stangeland. 2012. *Interactive Listing of American Butterflies*. <http://www.butterfliesofamerica.com/>; fecha de consulta: 30-XII-2012.
- Zerbino, M. S. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta zoológica mexicana*, 26: 189–202.