

## RESPUESTA DE LA COMUNIDAD DE CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) A LA VARIACIÓN MICROCLIMÁTICA EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE DE ENCINO DEL NORESTE DE MÉXICO

Fatima Magdalena Sandoval-Becerra<sup>1</sup>, Santiago Niño-Maldonado<sup>2</sup>✉, Uriel Jeshua Sánchez-Reyes<sup>1</sup>, Jorge Víctor Horta-Vega<sup>1</sup>, Crystian Sadiel Venegas-Barrera<sup>1</sup> e Itzcóatl Martínez-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Victoria, C. P. 87149. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

<sup>3</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Unidad Académica Metztlán, Avenida Tepeyacapa S/N, C. P. 43351. Metztlán, Hidalgo.

Autor de correspondencia: [coliopteranino@hotmail.com](mailto:coliopteranino@hotmail.com)

**RESUMEN.** Las condiciones ambientales de las áreas naturales nativas pueden modificarse al presentarse eventos de disturbio, originando variación en los factores microclimáticos. Esta variación afecta a la flora como la fauna, en particular a los insectos herbívoros. Los crisomélidos son una familia de insectos fitófagos que responden de manera significativa a los cambios microclimáticos originados por dichas condiciones. El estudio se realizó en un bosque de encino dentro del Área Natural Protegida Altas Cumbres, Victoria, Tamaulipas, donde se delimitó un gradiente de disturbio en base a imágenes satelitales LANDSAT. El muestreo se llevó a cabo en 40 cuadrantes distribuidos en cuatro categorías de perturbación, durante los meses de febrero a abril 2016, obteniendo un total de 1,056 individuos y 37 especies de crisomélidos. Los resultados del índice de marginalidad media (OMI) muestran una asociación significativa de 12 especies a las variables ambientales, siendo la altitud, tiempo de disturbio, evapotranspiración, calor y presión barométrica las más importantes.

**Palabras clave:** Crisomélidos, abundancia, riqueza de especies, microclima, disturbio.

### Community response of Chrysomelidae (Coleoptera) to microclimatic variation in an oak forest fragment from Northeastern Mexico

**ABSTRACT.** The environmental conditions of native natural areas can be modified with disturbance, causing variation in microclimatic factors. This variation affects both flora and fauna, particularly herbivorous insects. Chrysomelidae is a family of phytophagous insects that respond significantly to microclimatic changes caused by disturbance conditions. This study was conducted in an oak forest within the Natural Protected Area Altas Cumbres, Victoria, Tamaulipas, where a disturbance gradient was delimited using LANDSAT imagery. Sampling was carried out in 40 plots belonging to four disturbance categories, during the months of February to April 2016, obtaining a total of 1,056 individuals and 37 species of Chrysomelidae. The Outlying Mean Index (OMI) showed a significant association of 12 species with the environmental variables, being altitude, time since last disturbance, evapotranspiration, heat index and barometric pressure the most important.

**Keywords:** Leaf beetles, abundance, species richness, microclimate, disturbance.

## INTRODUCCIÓN

La perturbación de la vegetación en las áreas naturales modifica las condiciones abióticas y bióticas (Schowalter, 2012) e influye en las interacciones ecológicas (Brown, 2003) alterando la composición y abundancia de las especies presentes (Farrell, 1989). Los insectos, principalmente herbívoros, son afectados por las condiciones producidas en las áreas con disturbios. La familia Chrysomelidae (Coleoptera) presenta sensibilidad ante la variación climática (Sánchez-Reyes *et al.*, 2016), así como una respuesta significativa ante los disturbios, por lo que se le ha mencionado como taxón bioindicador (Pimenta y De Marco, 2015).

La familia Chrysomelidae por ser una de las familias megadiversas de Coleoptera, ha sido estudiada mayormente en su aspecto taxonómico dada la relevancia de los inventarios biológicos (Niño-Maldonado, 2000). No obstante, recientemente se ha evaluado la influencia de los factores abióticos en la estructura de las poblaciones de crisomélidos en la zona de Chapala en el occidente del país (Sandoval-Becerra *et al.*, 2016) y en zonas tropicales de Tamaulipas (Sánchez-Reyes *et al.*, 2016). Sin embargo, la dinámica en los bosques templados difiere de manera significativa respecto a las zonas tropicales (Almazán-Núñez *et al.*, 2016), por lo que los estudios en dichas áreas pueden ampliar el conocimiento sobre los factores ambientales a los cuales responden las distintas especies de crisomélidos. De tal manera que, inventariar las especies de crisomélidos asociados a áreas con diferentes tiempos de disturbio e identificar las variables microclimáticas relacionadas a la presencia de las especies cobran relevancia en este estudio.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en el Área Natural Protegida Altas Cumbres, en el Ejido Sierra Madre del municipio de Victoria, Tamaulipas. El área se ubica en la Sierra Madre Oriental a 1600 msnm; la vegetación característica es el bosque de encino, con una temperatura promedio mensual que oscila entre 16.4 °C y 29.2 °C (Gobierno del Estado de Tamaulipas-IEA-UAT, 2014).

Las categorías de tiempo de disturbio en el área de estudio se definieron mediante cinco escenas satelitales correspondientes a los años 1973 (LANDSAT MSS), 1986 (LANDSAT TM), 2000 (LANDSAT ETM), 2005 (LANDSAT ETM) y 2015 (LANDSAT OLI) con una resolución de 30 y 60 metros, obtenidas de los sitios en línea Global Land Cover Facility (GLFC) y Global Visualization (GLOVIS). Cada escena fue clasificada mediante segmentación y máxima verosimilitud. Después, se realizó una tabulación cruzada para generar un mosaico con cuatro categorías de tiempo de disturbio. Categoría 1, áreas que han sido modificadas recientemente y muestran disturbio en el año 2015. Categoría 2, áreas que tienen al menos 10 años sin disturbio. Categoría 3, áreas que no han sido modificadas en un periodo de 30 años. La categoría 4, áreas con vegetación conservada y sin disturbio desde hace 40 años. Los procedimientos correspondientes se realizaron en los programas ArcGIS Ver. 10.2, ENVI Ver. 5.0 e IDRISI Selva.

El muestreo se llevó a cabo durante febrero-abril 2016, realizando un muestreo mensual en cada cuadrante (tres muestreos por cuadrante). Se delimitaron 40 cuadrantes (10 por cada categoría) de 10 x 10 metros (esfuerzo de muestreo total:  $1 \times 3 \times 40 = 120$ ), en donde se realizó la colecta de ejemplares y registro de variables microclimáticas (Cuadro 1) usando una estación meteorológica portátil Kestrel 4000. Los ejemplares se colectaron mediante red entomológica de golpeo con un esfuerzo de muestreo de 150 golpes por cuadrante en la vegetación. El contenido se depositó en bolsas plásticas a las que se les agregó alcohol etílico al 70 % y se colocó una etiqueta con sus datos; posteriormente, las muestras se procesaron en laboratorio siguiendo el método propuesto por Niño-Maldonado (2000). Los ejemplares fueron depositados en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas donde se realizó la determinación taxonómica mediante claves especializadas (Wilcox, 1965; Scherer, 1983; Flowers, 1996; Riley *et al.*, 2002). Las determinaciones fueron corroboradas en la misma institución por un especialista.

La completitud del inventario se estimó mediante la curva de acumulación de especies de Clench, de acuerdo al método propuesto por Jiménez-Valverde y Hortal (2003). La relación entre las variables microclimáticas respecto a la abundancia de las especies se estimó mediante el Índice de Marginalidad Media (OMI) en el programa ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 1997). Dicho análisis identifica el nicho de las especies de acuerdo a su posición gráfica dada por las características temporales o espaciales del ambiente, y se calculó según los parámetros indicados por Dolédec *et al.* (2000).

Cuadro 1. Valores de correlación para las variables consideradas en el análisis. Las variables de mayor aporte se señalan en negritas.

Variable	Eje 1	Eje 2	Variable	Eje 1	Eje 2
Elevación	<b>0.43</b>	<b>-0.19</b>	Rocío	-0.07	-0.06
Evapotranspiración	<b>-0.36</b>	<b>0.28</b>	Temperatura	-0.24	-0.29
Humedad	-0.13	0.04	Tiempo de disturbio	<b>0.29</b>	<b>-0.21</b>
Índice de calor	<b>-0.35</b>	<b>-0.31</b>	Viento máximo	-0.21	0.05
Presión barométrica	<b>0.28</b>	<b>0.37</b>	Viento promedio	0.14	0.11

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 120 muestras de las cuales 107 contenían crisomélidos, obteniéndose un total de 1056 individuos distribuidos en seis subfamilias, 26 géneros y 37 morfoespecies. La especie de mayor abundancia fue *Centralaphthona* sp. 1 (273 individuos) en contraste con 10 especies de las que se obtuvo un solo ejemplar (Cuadro 2). Mediante el modelo de Clench se obtuvo un valor de la pendiente de 0.05 y una completitud de 85 %, lo cual sugiere que el inventario realizado durante los tres meses en el bosque de encino del área de estudio es confiable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cuadro 2. Especies de Chrysomelidae y sus parámetros obtenidos a partir del Índice de Marginalidad Media en el área de estudio. Especies con asociación significativa se indican en negritas. N = abundancia, Iner0 = inercia, OMI = índice de marginalidad media, T1 = tolerancia, T2 = tolerancia residual,  $p$  = probabilidad.

Especie	Clave	N	Iner0	OMI	T1	T2	$p$
Criocerinae							
<i>Lema</i> sp. 1	35	2	10.46	8.83	0.1006	1.53	0.0984
Cassidinae							
<i>Chalepus</i> sp. 1	34	1	1.61	1.61	4.93E-32	-4.93E-32	0.9929
<i>Helocassis crucipennis</i> (Boheman, 1855)	36	71	9.722	0.6856	3.075	5.962	<b>0.0002</b>
<i>Octotoma championi</i> Baly, 1885	37	23	7.654	0.7608	0.9936	5.9	0.1945
<i>Sumitrosis</i> sp. 1	33	1	4.171	4.171	1.972E-31	-1.972E-31	0.7141
Chrysomelinae							
<i>Plagioderma semivittata</i> Stål, 1860	17	1	10.78	10.78	1.972E-31	-1.972E-31	0.3301
Galerucinae							
<i>Asphaera</i> sp.1	6	1	6.757	6.757	1.97E-31	-1.97E-31	0.5529
<i>Acallepitrix</i> sp. 1	4	113	8.765	0.6612	1.789	6.314	<b>0.0017</b>
<i>Acallepitrix</i> sp. 2	31	1	11.49	11.49	0	0	0.3067
<i>Acallepitrix</i> sp. 3	27	5	8.141	3.374	0.1199	4.647	0.2224
<i>Acallepitrix</i> sp. 4	23	2	7.131	2.771	2.454	1.906	0.6768
<i>Centralaphthona</i> sp. 2	30	4	10.59	10.59	1.972E-31	-1.972E-31	0.3504
<i>Centralaphthona</i> sp.1	5	273	12.25	2.654	1.273	8.328	<b>0</b>
<i>Chaetocnema</i> sp. 1	24	3	10.35	3.85	0.2531	6.251	0.272
<i>Dysphenges</i> sp. 1	26	11	18.37	3.496	10.26	4.607	0.1063
<i>Epitrix</i> sp. 1	25	2	3.972	2.106	0.3266	1.539	0.7887
<i>Epitrix</i> sp. 2	28	1	5.183	5.183	7.889E-31	-7.889E-31	0.6794
<i>Hypolampsis</i> sp. 1	1	150	6.668	0.8736	0.6946	5.1	<b>0.0119</b>
<i>Longitarsus</i> sp. 1	29	5	4.616	0.3584	0.503	3.755	0.9684
<i>Lupraea</i> sp. 1	21	15	10.46	4.972	1.174	4.313	<b>0.0227</b>
<i>Phyllotreta</i> sp. 1	32	4	30.7	14.32	8.014	-1.972E-31	<b>0.0001</b>
<i>Plectrotetra</i> sp. 1	13	4	12.39	6.335	1.61	4.446	0.1101
<i>Scelida</i> sp. 1	22	3	12.21	8.334	0.5094	3.37	0.0536
<i>Sphaeronychus fulvus</i> (Baly, 1879)	14	14	4.161	0.6558	0.6373	2.868	0.6389

Cuadro 2 Continuación.

Galerucinae							
<i>Systema</i> sp. 1	11	3	8.313	4.497	2.215	1.601	0.1957

Eumolpinae							
<i>Brachypnoea</i> sp. 1	12	5	3.38	10.14	0.9526	2.29	<b>0.0122</b>
<i>Brachypnoea</i> sp. 2	16	7	11.81	6.065	0.3466	5.4	<b>0.0292</b>
<i>Euphrytus</i> sp. 1	15	89	6.453	0.8476	0.4523	5.153	<b>0.002</b>
<i>Xanthonia</i> sp. 1	2	98	9.391	0.4147	1.31	7.667	<b>0.0435</b>
<i>Xanthonia</i> sp. 2	3	117	9.741	0.4147	1.31	7.667	<b>0.0419</b>
<i>Xanthonia</i> sp. 3	18	7	22.35	11.09	8.04	3.218	<b>0.0074</b>
<i>Xanthonia</i> sp. 4	19	5	11.82	3.555	2.032	6.236	0.115
<i>Xanthonia</i> sp. 5	20	11	3.38	2.198	0.01834	1.163	0.2921
Cryptocephalinae							
<i>Cryptocephalus</i> sp. 1	8	1	6.757	6.757	1.972E-31	-1.972E-31	0.5529
<i>Diachus auratus</i> (Fabricius, 1801)	9	1	2.121	2.121	0	0	0.9503
<i>Diachus</i> sp. 1	10	1	2.366	2.366	4.93E-32	-4.93E-32	0.9298
<i>Griburius</i> sp. 1	7	1	13.02	13.02	0	0	0.1872

El índice de marginalidad media mostró una asociación significativa entre las variables consideradas y la comunidad de crisomélidos (prueba de Montecarlo,  $p = 0.000$ ). El 75.99 % de la variación fue explicada por los primeros dos ejes (eje 1: 45.5 %; eje 2: 30.49 %), encontrando que 12 de las 37 especies responden de manera significativa a las 10 variables empleadas (Fig. 1 y 2, Cuadro 1). Las variables de mayor aporte en el eje 1 fueron elevación, evapotranspiración, índice de calor y tiempo de disturbio; en el eje 2 el mayor aporte estuvo dado por el índice de calor y la presión barométrica (Cuadro 1).

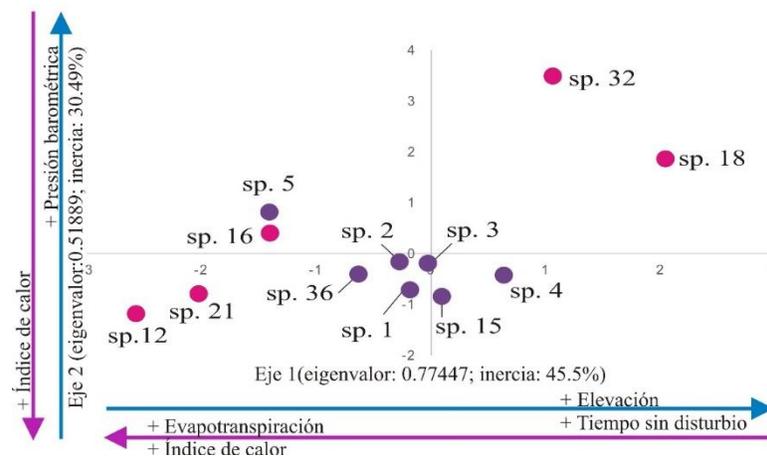


Figura 1. Ordenación de las especies cuya asociación a las variables fue significativa. La dirección de las flechas indica un gradiente de aumento en los valores: en color azul se indica un incremento hacia la derecha y arriba, mientras que en púrpura el incremento se da hacia la izquierda y abajo. Los círculos en color añil señalan las especies generalistas mientras que los de color rosa refieren a las especialistas.

La marginalidad en el nicho se define por la desviación en la distribución uniforme de cada especie (Dolédec *et al.*, 2000). De tal manera, valores bajos de marginalidad implican una distribución uniforme asociada a condiciones promedio (nicho no marginal), encontrando en esta clasificación a *Hypolampsis* sp. 1, *Xanthonia* sp. 1, *Xanthonia* sp. 2, *Acallepitrix* sp. 1, *Sphaeronychus fulvus*, *Euphrytus* sp. 1, *Longitarsus* sp. 1, *Helocassis crucipennis* y *Octotoma championi*. Por el contrario, valores altos de marginalidad representan una distribución alejada del promedio y, por lo tanto, asociada a condiciones particulares (nicho marginal), siendo las especies con tal respuesta *Griburius* sp. 1, *Brachypnoea* sp. 1, *Plagioderma semivittata*, *Xanthonia* sp. 3,

*Centralaphthona* sp. 2, *Acallepitrix* sp. 2 y *Phyllotreta* sp. 1. Los valores de tolerancia constituyen una medida de la amplitud de nicho de las especies; de tal forma, nueve especies tuvieron una menor amplitud de nicho ya que mostraron baja tolerancia (T1) y tolerancia residual (T2), mientras que la mayor amplitud de nicho se presentó solo para cuatro especies (Cuadro 1). La interpretación de la relación entre los valores de marginalidad (OMI) y tolerancia (T1) se realizó sólo para las especies con asociación significativa. Los valores altos de marginalidad y baja tolerancia se consideran típicos de especies especialistas (Dolédec *et al.*, 2000) siendo éstas: *Brachypnoea* sp. 1, *Brachypnoea* sp. 2, *Xanthonia* sp. 3, *Lupraea* sp. 1 y *Phyllotreta* sp. 1. Mientras que valores bajos de marginalidad y alta tolerancia caracterizan a las especies generalistas, siendo éstas las restantes siete (Fig. 1, Cuadro 2).

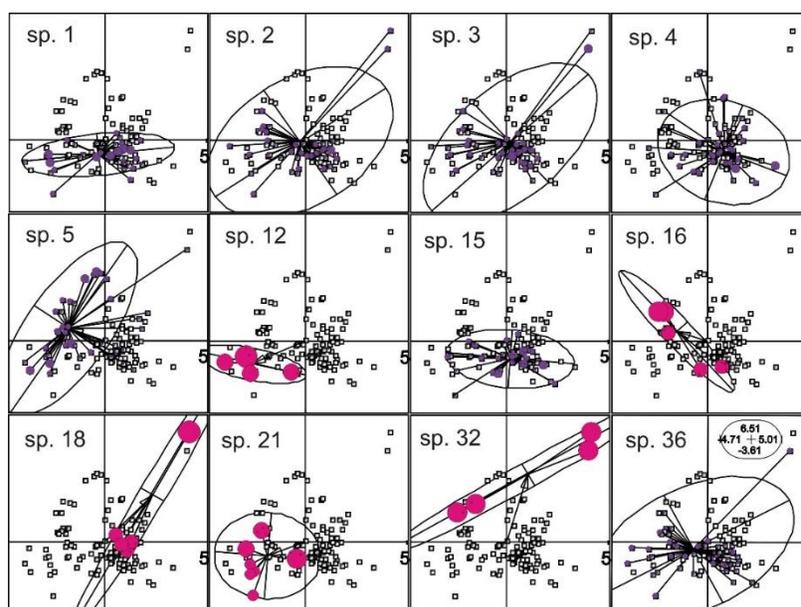


Figura 2. Respuesta microclimática específica para los crisomélidos con asociación significativa a las variables. Los cuadros pequeños representan la ordenación de las 107 muestras en donde se encontraron crisomélidos; los círculos de colores indican las muestras en donde se observó la especie, y el tamaño es proporcional a la abundancia en dicha muestra. El elipsoide indica que el 95 % de la abundancia total para la especie está contenida dentro del área del mismo. La escala indicada es la misma para todas las especies.

*Xanthonia* sp. 3 (sp. 18) y *Phyllotreta* sp. 1 (sp. 32) se encontraron en sitios elevados, conservados, con valores altos de presión barométrica y baja evapotranspiración y calor. Por el contrario, *Centralaphthona* sp. 1 (sp. 5) y *Brachypnoea* sp. 2 (sp. 16) se asociaron con las altitudes mínimas del área de estudio, zonas con disturbio reciente, y con valores altos para el resto de las variables. *Brachypnoea* sp. 1 (sp. 12) y *Lupraea* sp. 1 (sp. 21) se encuentran a menor altitud, baja presión barométrica, y en áreas perturbadas recientemente, pero con valores superiores de evapotranspiración y calor. Las restantes seis especies, *Hypolampsis* sp.1 (sp. 1), *Xanthonia* sp. 1 (sp. 2), *Xanthonia* sp. 2 (sp. 3), *Acallepitrix* sp. 1 (sp. 4), *Euphrytus* sp. 1 (sp. 15) y *Helocassis crucipennis* (sp. 36), se encontraron asociadas a zonas con disturbio intermedio, así como a los valores promedio para el resto de las variables (ver figura 1 para todas las especies).

El objetivo principal de los muestreos es la generación de una lista completa de especies en un área determinada, es ahí donde reside la gran relevancia del trabajo taxonómico y sistemático. Sin embargo, la existencia de los organismos en el medio se relaciona a otros elementos como son los

factores bióticos-abióticos (Sandoval-Becerra *et al.*, 2016), e inclusive puede condicionarse por la presencia de otra especie debido a las interacciones interespecíficas.

Uno de los factores que ha sido altamente discutido es el disturbio, algunos autores consideran que éste promueve la biodiversidad (Farrell, 1989; Brown, 2003) dado que los cambios en la estructura nativa de un bosque originan parches con diferentes condiciones ambientales, proporcionando una variedad de nichos a utilizar (Schowalter, 2012); sin embargo, la respuesta de los crisomélidos ante dichos cambios microclimáticos ha sido poco estudiada.

Si bien, el nicho representa una unidad que cumple con los requerimientos de cada especie (Hutchinson, 1957), la tolerancia específica de los crisomélidos varía con dichas condiciones lo cual depende, a su vez, de la tolerancia fisiológica de cada especie (Schowalter, 2012). De tal manera, mediante el OMI se identificó la especialización del nicho específico de acuerdo a la cercanía de la especie al punto de origen de los ejes (Dolédéc *et al.*, 2000). Los resultados del estudio ponen en evidencia dicha respuesta, al observarse una diferencia significativa en los intervalos de tolerancia de los crisomélidos. Por ejemplo, algunos eumolpinos y galerucinos se consideraron especialistas debido a los valores bajos de tolerancia; mientras que otras especies, como *Plagioderma semivittata*, presentan valores altos de tolerancia y por ello se consideraron generalistas.

Los estudios sobre variación climática en Chrysomelidae mencionan que la temperatura y humedad son algunos de los parámetros más importantes para la comunidad de especies (Sánchez-Reyes *et al.*, 2016). Por el contrario, los resultados del OMI muestran una respuesta significativa al índice de calor y evapotranspiración; dicha discrepancia puede deberse a otros factores asociados al periodo de evaluación, así como a la localidad de colecta, por ejemplo, la elevación. A pesar de que ésta última no es una variable microclimática, se sabe que influye en la composición vegetal, la cual es también una variable asociada a estos escarabajos dado que se trata de un recurso biótico indispensable (Fernandez y Hilker, 2007). A su vez, la evapotranspiración se relaciona de manera directa con la vegetación y ésta es el recurso alimenticio de Chrysomelidae, por lo cual es necesario incluir la evaluación de la cobertura y densidad vegetal en futuros estudios para estimar la respuesta conjunta entre el microclima-plantas-Chrysomelidae (Sánchez-Reyes *et al.*, 2016). Por último, debe considerarse que la influencia de los factores puede cambiar tanto dentro como entre las comunidades y para comprenderlos es necesario realizar estudios a largo plazo.

## CONCLUSIÓN

Las condiciones microclimáticas cambian a través del gradiente de disturbio e influyen en la comunidad de Chrysomelidae dentro del área de estudio. Las variables evapotranspiración, índice de calor y presión barométrica influyen en la abundancia y diversidad de las especies, lo que permite diferenciar especies generalistas y especialistas. Además, la elevación y el tiempo de disturbio no se consideran variables microclimáticas, sin embargo, también influyen en dicha variación ambiental. Dependiendo de la tolerancia y requerimientos de las especies, éstas responden de manera distinta ante los cambios ambientales. Por ello, es importante generar estudios integrales sobre la crisomelofauna que permitan comprender las interacciones que ocurren entre las especies y el medio.

## Literatura Citada

- Almazán-Núñez, R. C., Corcuera, P., Parra-Juárez, L., Jiménez-Hernández, J. and G. M. Charre. 2016. Changes in structure and diversity of woody plants in a secondary mixed pine-oak forest in the Sierra Madre del Sur of Mexico. *Forests*, 7: 1–15.
- Brown, B. L. 2003. Spatial heterogeneity reduces temporal variability in stream insect communities. *Ecology Letters*, 6: 316–325.
- Dolédec, S., Chessel, D. and C. Gimaret-Carpentier. 2000. Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology*, 81(10): 2914–2927.
- Farrell, T. M. 1989. Succession in a rocky intertidal community: the importance of disturbance size and position within a disturbed patch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 128: 57–73.
- Fernandez, P. and M. Hilker. 2007. Host plant location by Chrysomelidae. *Basic and Applied Ecology*, 8: 97–116.
- Flowers, R. W. 1996. La subfamilia Eumolpinae (Coleoptera: Chrysomelidae) en América Central. *Publicación Especial de la Revista de Biología Tropical*, 2: 1–60.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas- Instituto de Ecología Aplicada- UAT. 2014. *Programa de Manejo de la Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica Área Natural Protegida Altas Cumbres*. Publicarte, México, 130 pp.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22: 415–427.
- 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.
- Niño-Maldonado, S. 2000. *Los crisomélidos del Bosque Mesófilo de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Gómez Farías, Tamaulipas*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Agronomía. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L044. México, D.F., 43 pp.
- Pimenta, M. and P. De Marco Jr. 2015. Leaf beetle (Chrysomelidae: Coleoptera) assemblages in a mosaic of natural and altered areas in the Brazilian Cerrado. *Neotropical Entomology*, 44(3): 242–255.
- Riley, E. G., Clark, S. M., Flowers, R. W. and A. J. Gilbert. 2002. Chrysomelidae Latreille 1802. Pp. 617–691. In: R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley and J. H. Frank. (Eds.). *Volume 2, American Beetles, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Barrientos-Lozano, L. y F. M. Sandoval-Becerra. 2016. Influencia del clima en la distribución de Chrysomelidae (Coleoptera) en el Cañón de la Peregrina, Tamaulipas, México. *Entomología mexicana*, 3: 467–473.
- Sandoval-Becerra, F. M., Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S. y J. V. Horta-Vega. 2016. Patrones de actividad de Cassidinae Gyllenhal, 1813 (Coleoptera: Chrysomelidae) en el Sendero Interpretativo El Tepalo, Chapala, Jalisco. *Entomología mexicana*, 3: 488–494.
- Scherer, G. 1983. Diagnostic key for the Neotropical Alticinae genera. *Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey*, 31-32: 2–89.
- Schowalter, T. D. 2012. Insect responses to major landscape-level disturbance. *Annual Review of Entomology*, 57: 1–20.
- Thioulouse, J., Chessel, D., Dolédec, S. and J.-M. Olivier. 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing*, 7: 75–83.
- Wilcox, J. A. 1965. A synopsis of the North American Galerucinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *New York State Museum and Science Service*, 400: 1–226 pp.