

DIVERSIDAD DE CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO DEL NORESTE DE MÉXICO

José Norberto Lucio-García¹, Santiago Niño-Maldonado², Juana María Coronado-Blanco²,
Jorge Víctor Horta-Vega¹, Jesús Lumar Reyes-Muñoz³ y Uriel Jeshua Sánchez-Reyes¹✉

¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

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

³Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-IPN Unidad Durango, Avenida Sigma No. 119, Fracc. 20 de noviembre II, C. P. 34220, Durango, Durango, México - Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia, 35010 Gómez Palacio, Durango.

✉ Autor de correspondencia: uriel_elf3@hotmail.com

RESUMEN. El conocimiento faunístico de Chrysomelidae es escaso en muchas comunidades vegetales del país. En el presente trabajo se analizó la diversidad de crisomélidos durante el periodo de lluvias en un fragmento de bosque tropical subcaducifolio (BTS) al noreste del México, en el municipio de Victoria, Tamaulipas. El estudio se realizó en la localidad de Santa Ana, en la Sierra Madre Oriental, mediante la recolecta sistemática en cuadrantes usando red de golpeo. Se logró inventariar seis subfamilias, 35 géneros y 50 especies. *Diachus chlorizans* (Suffrian) (Cryptocephalinae) se reporta por vez primera en el país. Galerucinae fue la subfamilia con el mayor número de ejemplares y especies, seguido por Cassidinae. Las especies que dominaron en abundancia fueron *Centralaphthona diversa* (Baly), *Monomacra bumeliae* (Schaeffer) y *Heterispa vinula* (Erichson). Los resultados indican que en una zona de BTS con extensión territorial de 25 km² fue posible encontrar un 2.3 % de la crisomelofauna reportada para el país y un 19.5 % en comparación con la mencionada para Tamaulipas. Lo anterior resalta la importancia de este tipo de vegetación para la distribución de la familia en la región.

Palabras clave: Crisomélidos, conservación, periodo de lluvias, ecosistema, abundancia.

Diversity of Chrysomelidae (Coleoptera) in a subcaducifolious tropical forest fragment of northeastern Mexico

ABSTRACT. Faunistic knowledge of Chrysomelidae is scarce in many plant communities of the country. In the present work, the diversity of leaf beetles during the rainy season was analyzed in a fragment of tropical subcaducifolious forest (BTS) in the northeast of Mexico, municipality of Victoria, Tamaulipas. The study was conducted in the locality of Santa Ana, in the Sierra Madre Oriental, through a systematic plot sampling using an entomological sweeping net. An inventory of six subfamilies, 35 genera and 50 species were obtained. *Diachus chlorizans* (Suffrian) (Cryptocephalinae) is registered for the first time in Mexico. Galerucinae was the subfamily with the highest number of specimens and species, followed by Cassidinae. Dominant species in terms of abundance were *Centralaphthona diversa* (Baly), *Monomacra bumeliae* (Schaeffer) and *Heterispa vinula* (Erichson). Our results indicate that in a BTS area with a territorial extension of 25 km² it was possible to find 2.3% of the leaf beetles reported for the country and 19.5% in comparison with the numbers cited for Tamaulipas. The foregoing highlights the importance of this type of vegetation for the distribution of the family in the region.

Key words: Leaf beetles, conservation, rainy season, ecosystems, abundance.

INTRODUCCIÓN

La familia Chrysomelidae ocupa uno de los primeros lugares en diversidad a nivel mundial dentro del orden Coleoptera, ya que se conocen más de 35,000 especies descritas (Jolivet, 2015), de las cuales se reportan para México 2,174 (Ordóñez-Reséndiz, 2014) y 257 para el estado de Tamaulipas (Niño-Maldonado *et al.*, 2014a). Estas especies en su mayoría presentan hábitos de

alimentación fitófaga, por lo que son de gran importancia en las redes tróficas y están asociadas de forma significativa con las comunidades vegetales donde se desarrollan. Esto lo convierte en un excelente taxón con potencial importante para el monitoreo de áreas naturales (Furth *et al.*, 2003), ya que, al estar relacionado con la vegetación, sus variaciones en abundancia pueden reflejar la presencia de disturbio (Pimenta y De Marco, 2015). Sin embargo, un paso previo es inventariar la diversidad, riqueza y composición taxonómica de crisomélidos, principalmente en áreas de gran biodiversidad, como los bosques tropicales.

Entre los trabajos llevados a cabo sobre esta familia de escarabajos en este tipo de vegetación destacan los de la Reserva de la Biosfera El Cielo (Niño-Maldonado *et al.*, 2005), el Cañón de la Peregrina (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014) y el Novillo (Martínez-Sánchez, 2016) en Tamaulipas, así como las Sierras de Taxco-Huautla (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2015) en parte de Morelos, México, Puebla y Guerrero, y el Estero El Salado (Niño-Maldonado *et al.*, 2014b) en Jalisco. No obstante, la diversidad biológica de crisomélidos es poco conocida en los bosques tropicales subcaducifolios (BTS) al noreste de México, el cual es uno de los tipos de vegetación con mayor número de especies de plantas (Rzedowski, 2006) y por su ubicación en particular representa una zona con prioridad alta para la conservación (23° 49' 23.29" N, 99° 15' 33.36" O, CONABIO *et al.*, 2007) que no ha sido explorada. Además, dado que esta familia está muy relacionada con sus plantas hospederas y otras variables ambientales y tomando en cuenta que el BTS es la comunidad vegetal en segundo lugar con mayor riqueza de plantas en Tamaulipas, se espera observar una mayor riqueza de Chrysomelidae en estas zonas. En relación a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la diversidad de crisomélidos asociados a un fragmento de BTS del noreste de México.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en la localidad de “Santa Ana” en el municipio de Victoria, Tamaulipas, México, situado entre las coordenadas 23° 52' 4.27" N, 99° 13' 51.37" O y 23° 47' 23.06" N, 99° 18' 10.22" O. La colecta se realizó durante la temporada de lluvias (junio a septiembre del 2016), dado que constituye el periodo más favorable para el incremento en la abundancia y riqueza de especies de crisomélidos (Basset y Samuelson, 1996; Şen y Gök, 2016). El muestreo se llevó a cabo cada mes en 18 cuadrantes de 20 × 20 m (cuatro muestras por cuadrante = 72 muestras durante la temporada) mediante red entomológica de golpeo sobre la vegetación herbácea y arbustiva (200 golpes de red en cada cuadrante). El contenido de la red se depositó en una bolsa plástica con alcohol al 70 %, además de una etiqueta con los datos de colecta. Las muestras fueron procesadas en laboratorio en una bandeja con agua para retirar restos vegetales, utilizando pinzas entomológicas, y al mismo tiempo los insectos colectados se colocaron en frascos con alcohol; el contenido de cada frasco se analizó en una caja Petri empleando un microscopio estereoscopio para identificar los ejemplares; los crisomélidos fueron secados en papel absorbente y fijados en triángulos de opalina de acuerdo con la técnica señalada por Triplehorn y Johnson (2005). La determinación taxonómica a nivel subfamilia se llevó a cabo mediante las claves de Triplehorn y Johnson (2005); para género y/o especie se emplearon diferentes claves dicotómicas (Wilcox, 1972; Scherer, 1983; White, 1993; Flowers, 1996; Riley *et al.*, 2002; Staines, 2006), así como por comparación con material previamente identificado.

Para estimar la diversidad alfa se utilizó el índice de dominancia de Simpson (D) y el índice de entropía de Shannon (H'). Además, se calculó su equivalente a diversidad verdadera empleando el programa PAST versión 3.14 (Hammer *et al.*, 2017). Para el número potencial de especies se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 1 y 2, Jackknife 1 y ACE. Estos índices son robustos para la estimación mínima de riqueza y útiles como medida complementaria en los análisis de biodiversidad (Gotelli *et al.*, 2011). Chao 1 toma en cuenta la abundancia de especies raras

(singletons y doubletons), mientras que Chao 2 es robusto para datos de presencia–ausencia. Jackknife 1 es un índice conservador basado en datos de incidencia de aquellas especies encontradas solamente en una muestra, mientras que ACE es un índice que se basa en la abundancia de las especies entre 1 a 10 individuos (Magurran, 2004). Los estimadores se calcularon mediante 100 aleatorizaciones sin reemplazamiento en el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013) con base en la abundancia de las especies registradas. En forma complementaria también se utilizó el modelo de Clench para calcular la riqueza estimada, siguiendo los métodos propuestos por Jiménez-Valverde y Hortal (2003); el procedimiento se realizó en STATISTICA 8.0 (StatSoft, Inc. 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 72 muestras, donde se registró una abundancia de 824 ejemplares de crisomélidos incluidos dentro de seis subfamilias, 35 géneros y 50 especies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado taxonómico de Chrysomelidae Latreille, 1802 en el BTS del Ejido Santa Ana, Victoria, Tamaulipas, México (VI-IX 2016). N= Abundancia

Especie	N	Especie	N
I. CRIOCERINAE Latreille, 1807	6	<i>Acallepitrix</i> sp. 3	3
Tribu Lemini Heinze, 1962		<i>Acallepitrix</i> sp. 4	2
<i>Lema</i> sp.	1	<i>Acallepitrix</i> sp. 5	3
<i>Neolema</i> sp.	2	<i>Acallepitrix</i> sp. 6	2
<i>Oulema</i> sp.	3	<i>Acrocylum dorsalis</i> Jacoby, 1855	9
II. CASSIDINAE Gyllenhal, 1813	179	<i>Alagoasa bipunctata</i> (Chevrolat, 1834)	4
Tribu Chalepini Weise, 1910		<i>A. jacobiana</i> (Horn, 1889)	11
<i>Brachycoryna pumila</i> Guérin-Méneville, 1844	8	<i>Alagoasa</i> sp.	1
<i>Heterispa vinula</i> (Erichson, 1847)	148	<i>Asphaera abdominalis</i> (Chevrolat, 1834)	1
<i>Octotoma intermedia</i> Staines, 1989	3	<i>A. nigrofasciata</i> Jacoby, 1885	1
<i>Sumitrosis inaequalis</i> (Weber, 1801)	2	<i>Centralaphthona diversa</i> (Baly, 1877)	315
Tribu Cassidini Gyllenhal, 1813		<i>Centralaphthona</i> sp.	1
<i>Charidotella sexpunctata</i> (Fabricius, 1871)	2	<i>Chaetocnema</i> sp.	5
<i>Helocassis clavata</i> (Fabricius, 1798)	2	<i>Epitrix</i> sp.	10
<i>H. crucipennis</i> (Boheman, 1855)	11	<i>Heikertingerella</i> sp.	20
<i>Microctenochira punicea</i> (Boheman, 1855)	2	<i>Longitarsus</i> sp. 1	3
<i>M. varicornis</i> (Spaeth, 1926)	1	<i>Longitarsus</i> sp. 2	1
III. CHRYSOMELINAE Latreille, 1802	4	<i>Margaridisa</i> sp.	10
Tribu Chrysomelini Latreille, 1802		<i>Monomacra bumeliae</i> (Schaeffer, 1905)	194
<i>Calligrapha ancoralis</i> (Stål, 1860)	1	<i>Phyllotreta aenicollis</i> (Crotch, 1873)	1
<i>Deuterocampta atromaculata</i> Stål, 1859	1	<i>Syphrea</i> sp.	5
<i>Plagioderma thymaloides</i> Stål, 1860	1	<i>Walterianella</i> sp. 1	2
<i>P. semivittata</i> Stål, 1860	1	<i>Walterianella</i> sp. 2	1
IV. GALERUCINAE Latreille, 1802	622	V. CRYPTOCEPHALINAE Gyllenhal, 1813	1
Tribu Galerucini Latreille, 1802		Tribu Cryptocephalini Gyllenhal, 1813	
<i>Coraia subcyanescens</i> (Schaeffer, 1906)	3	<i>Diachus chlorizans</i> (Suffrian, 1852)*	1
Tribu Luperini Chapuis, 1875		VI. EUMOLPINAE Hope, 1840	12
<i>Cyclotrypema furcata</i> (Olivier, 1808)	9	Tribu Eumolpini Hope, 1840	
<i>Diabrotica biannularis</i> Harold, 1875	1	<i>Brachypnoea</i> sp.	1
<i>Paratriarius curtisii</i> (Baly, 1886)	1	<i>Colaspis</i> sp. 1	8
Tribu Alticini Newman, 1835		<i>Colaspis</i> sp. 2	1
<i>Acallepitrix</i> sp. 1	1	<i>Zenocolaspis inconstans</i> (Lefèvre, 1878)	2
<i>Acallepitrix</i> sp. 2	2	Total general 50 especies	824

Diachus chlorizans (Suffrian) (Cryptocephalinae) se reporta por vez primera en México, de acuerdo con la revisión del catálogo de autoridades taxonómicas de la familia Chrysomelidae del país (Ordoñez-Reséndiz, 2014).

De acuerdo con lo anterior, el registro de especies en el BTS representa un total de 2.3 % con relación a la crisomelofauna mencionada para el país (Ordoñez-Reséndiz, 2014) y un 19.5 % en comparación con la reportada para Tamaulipas (Niño-Maldonado *et al.*, 2014a). Al respecto, son varios los trabajos que incluyen el estudio de crisomélidos bajo diferente enfoque en el BTS. Ordoñez-Reséndiz *et al.* (2015) compararon diferentes comunidades vegetales de las Sierras de Taxco-Huautla, siendo el bosque tropical el de mayor riqueza de especies. Niño-Maldonado *et al.* (2005) reportaron para el mencionado ecosistema 105 especies en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, y 94 para el Área Natural Protegida (ANP) Estero El Salado, Jalisco (Niño-Maldonado *et al.*, 2014b). Valores inferiores fueron encontrados en el Cañón de la Peregrina (85 especies, Sánchez-Reyes *et al.*, 2014) y en el Cañón del Novillo (22 especies, Martínez-Sánchez, 2016), también en Tamaulipas; en ambos casos los sitios de colecta se localizaron dentro de un ANP a una elevación similar con respecto al bosque tropical del Ejido Santa Ana. Con base en las cifras mencionadas, la contribución de esta investigación con relación al sitio más diverso equivale al 48 %, por lo que el área de estudio se considera de gran importancia para los crisomélidos dado su aporte al conocimiento de esta crisomelofauna del país. Además, en esta investigación se reportan especies no enlistadas en el BTS de los trabajos antes mencionados: *Helocassis clavata* (Fabricius) (Cassidinae), *Calligrapha ancoralis* (Stål) (Chrysomelinae), *Diabrotica biannularis* Harold y *Paratriarius curtisii* (Baly) (Galerucinae). Esto sugiere que el área de estudio constituye una zona importante para la composición de la familia Chrysomelidae en el estado.

La riqueza potencial de acuerdo con los estimadores no paramétricos fue de 68 a 76 especies (Fig. 1); por lo tanto, la riqueza observada en comparación a dichos estimados fue de 65 a 79 %. Por otra parte, según el modelo de Clench se obtuvo un estimado de 74 especies, representando una proporción faunística del 68 %. De acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003), la confiabilidad de un inventario faunístico es determinada por el esfuerzo de colecta, de tal forma que a partir del 70 % de completitud puede considerarse como seguro. Por lo tanto, las 50 especies de crisomélidos registradas indican que el inventario estuvo cerca de la completitud, aunque es posible que existan algunas especies por registrar, ya que en el BTS existe una amplia diversidad de plantas herbáceas y arbustivas presentes a lo largo del año (Rzedowski, 2006), las cuales pueden servir como fuente de alimento durante la temporada seca. Por lo que un periodo mayor de muestreo podría contribuir al incremento de la completitud del inventario (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

La subfamilia que presentó el mayor número de especies fue Galerucinae (29), representando el 58 % de la riqueza total del área, seguido por Cassidinae con nueve especies (18 %). Valores inferiores presentaron Chrysomelinae (4), Eumolpinae (4), Criocerinae (3) y Cryptocephalinae (1). En relación al número de ejemplares, se presentó la misma tendencia, siendo Galerucinae la subfamilia de mayor abundancia (622 especímenes = 75.5 % del total) seguida de Cassidinae (179 = 21.7 %); en las otras cuatro subfamilias se colectaron 23 especímenes (2.8 %) en todo el periodo de lluvias. Es evidente la dominancia de Galerucinae (incluyendo la tribu Alticini) en el área de estudio, lo cual también se ha reportado en distintos trabajos en Tamaulipas y México (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014; Ordoñez-Reséndiz *et al.*, 2015); esto se atribuye a que la mencionada subfamilia ocupa el primer lugar en diversidad a nivel mundial (Riley *et al.*, 2002). No obstante, hay casos particulares donde subfamilias como Cassidinae (Niño-Maldonado *et al.*, 2014b) y Cryptocephalinae resultan ser de las más ricas en especies, lo cual puede estar relacionado con la ubicación geográfica del área de colecta (Ordoñez-Reséndiz *et al.*, 2015) y las condiciones microclimáticas que esta presenta (Sandoval-Becerra *et al.*, 2017).

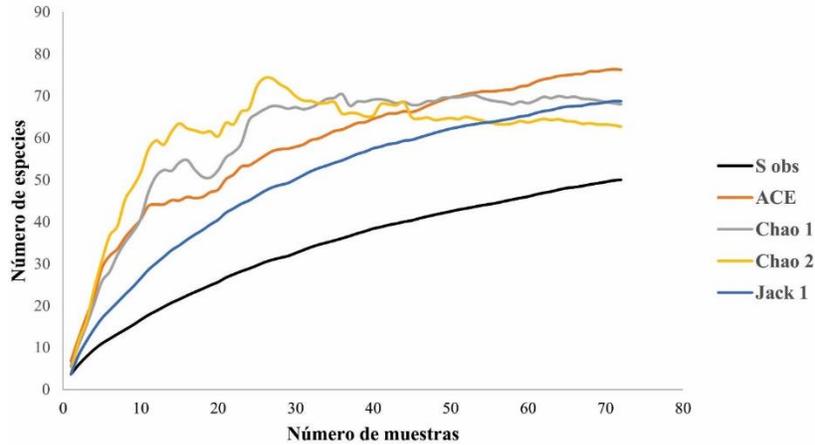


Figura 1. Curvas de acumulación de especies en el BTS del Ejido Santa Ana, Tamaulipas.

Por otro lado, *Centralaphthona diversa* (Baly) (315 individuos, Galerucinae), *Monomacra bumeliae* (Schaeffer) (194 individuos, Galerucinae) y *Heterispa vinula* (Erichson) (148 individuos, Cassidinae), fueron las especies dominantes en el área de estudio, que en conjunto representan el 80 % de la abundancia total registrada. Estas especies son distintas a las que dominan en otros fragmentos de BTS en la región (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014), lo cual puede atribuirse a las condiciones específicas de conservación, estructura y riqueza de plantas en cada parche de vegetación. Además, la comunidad presentó 47 especies con muy bajas abundancias constituyendo el 20 % (167 individuos), de las cuales 19 (38 %) corresponden a singletons (especies con un solo ejemplar). El mayor número de especies únicas se encontró en la subfamilia Galerucinae con 53 % (10 especies), seguido por Chrysomelinae con 21 % (4 especies) y Eumolpinae con 11 % (2 especies). Valores menores presentaron Cassidinae, Cryptocephalinae y Criocerinae con una especie cada subfamilia, representando el 16 %. Diez especies (20 %) se colectaron en sólo dos ocasiones (doubletons). En cuanto al valor de dominancia (D) en el área de colecta fue de 0.2358, lo cual representa una baja probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies; además, dado que el valor es más cercano a 0 que a 1, sugiere que el ecosistema presenta una elevada equidad (Magurran, 2004). Para el índice de entropía de Shannon (H) se registró un valor de 2.029; Margalef (1972) señala que los valores de este índice oscilan entre 1.5 a 3.5 y raramente sobrepasan el valor de 4. Por lo tanto, se considera que el BTS cuenta con una diversidad media en relación a lo establecido, en comparación con otras áreas de BTS donde se tiene un índice de 3.53 (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014). Con respecto a la diversidad verdadera, se tuvieron valores de 4.240 ($1/D$) y 7.606 (e^H). Tales cifras indican el número efectivo de especies, el cual asume que se tiene el mismo número de individuos para cada especie, de modo que puedan compararse con otros estudios (Jost, 2006); de tal manera, la diversidad del área es aproximadamente la mitad de lo que se ha registrado en otros BTS de la región (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014).

Los resultados en cuanto a riqueza de crisomélidos, pueden atribuirse a la localización geográfica del área de estudio en una zona categorizada con alta prioridad para la conservación (CONABIO *et al.*, 2007), que favorece la presencia de un elevado número de especies en un fragmento de BTS de apenas 25 km². En cambio, es probable que la baja diversidad en relación con otros estudios, sea el producto del grado de conservación de la zona, ya que se localiza dentro de un mosaico con fragmentos de distinto tiempo de perturbación adyacente al Área Natural Protegida Altas Cumbres (Sánchez-Reyes *et al.*, 2017) que, aunque puede favorecer la presencia

de una comunidad compleja de especies, disminuye la equitatividad en la abundancia y por lo tanto, su diversidad en contraste con áreas más conservadas. Por lo tanto, es importante realizar estudios faunísticos y ecológicos en estas áreas en particular y de esta forma reconocer los factores que favorecen o restringen la distribución de las especies.

CONCLUSION

El BTS resulto ser de gran importancia para familia Chrysomelidae al registrar una abundancia de 824 ejemplares incluidos dentro de seis subfamilias, 35 géneros y 50 especies durante la época de lluvias. Dentro esas especies *Diachus chlorizans* (Suffrian) (Cryptocephalinae) se reporta por vez primera en México. Galerucinae fue la subfamilia con el mayor número de ejemplares y especies seguido por Cassidinae. Mientras que las especies que dominaron en abundancia fueron *C. diversa* (Galerucinae), *M. bumeliae* (Galerucinae) y *H. vinula* (Cassidinae). La elevada riqueza de crisomélidos encontrada en el fragmento de BTS puede ser originada por su localización geográfica. En cambio, la diversidad más baja con respecto a otros estudios, se atribuye al grado de conservación de la zona. Son necesarios más estudios en la región, ya que el BTS en el noreste de México constituye una comunidad vegetal importante en la distribución de esos insectos.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a Sugeidi San Juanita Siaz-Torres, por su apoyo durante la colecta de crisomélidos en campo. Así como a Miguel Ángel Montalvo-Martínez, por su contribución en la traducción del Resumen. Así mismo, al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, Tipo Superior y al Comisariado y ejidatarios de Santa Ana, Victoria, Tamaulipas.

Literatura Citada

- Basset, Y. and G. A. Samuelson. 1996. Ecological characteristics of an arboreal community of Chrysomelidae in Papua New Guinea. Pp. 243–262. In: P. H. A. Jolivet and M. L. Cox (Eds.). *Chrysomelidae Biology. Volume 2: Ecological Studies*. SPB Academic Publishing, Netherlands.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Available in: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- CONABIO, CONANP, TNC, Pronatura. 2007. *Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad, escala 1:1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy – Programa México, Pronatura, México, D. F.
- Flowers, R. W. 1996. *La subfamilia Eumolpinae (Coleoptera: Chrysomelidae)*. University of the State of New York. State Education Department. State Museum and Science Service. Bulletin 421. 37 pp.
- Furth, D. G., Longino, J. T. and M. Paniagua. 2003. Survey and quantitative assessment of flea beetle diversity in a Costa Rican rainforest (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). Pp. 1–23. In: D. G. Furth (Ed.). *Special topics in leaf beetle biology. Proceedings of the 5th International Symposium on the Chrysomelidae*. Pensoft Publishers, Bulgaria.
- Gotelli, N. J. and R. K. Colwell. 2011. Chapter 4. Estimating species richness. Pp: 39–54. In: A. E. Magurran and B. J. McGill (Eds.). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press. New York, USA.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. and P. D. Ryan. 2017. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1–9.
- 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.
- Jolivet, P. 2015. Together with 30 years of Symposia on Chrysomelidae Memories and personal reflections on what we know more about leaf beetles. *Zookeys*, 547: 35–61. <https://doi.org/10.3897/zookeys.547.7181>.

- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd. United Kingdom. 256 pp.
- 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-Sánchez, I. 2016. *Bioecología de Chrysomelidae (Coleoptera) en los Cañones de la Libertad y el Novillo, Victoria, Tamaulipas*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada, México, 72 pp.
- Niño-Maldonado, S., Riley, E. G., Furth, D. G. y R. W. Jones. 2005. Coleoptera: Chrysomelidae. Pp. 417–425. In: G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.). *Historia natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
- Niño-Maldonado, S., Romero-Nápoles, J., Sánchez-Reyes, U. J., Jones, R. W. y E. I. González-De-León. 2014a. Inventario preliminar de Chrysomelidae (Coleoptera) de Tamaulipas, México. Pp. 121–132. In: J. Correa-Sandoval, V. Horta-Vega, J. García-Jiménez y L. Barrientos-Lozano (Eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca*. Vol. 2, No. 2. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México.
- Niño-Maldonado, S., Sánchez-Reyes, U. J., Meléndez-Jaramillo, E., Gómez-Moreno, V. C. y J. L. Navarrete-Heredia. 2014b. Coleópteros Chrysomelidae. Pp. 86–98. In: S. Guerrero, J. L. Navarrete-Heredia y S. H. Contreras-Rodríguez (Eds.). *Biodiversidad del Estero El Salado*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Guadalajara, Jalisco, México.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M. 2014. *Catálogo de Autoridades Taxonómicas y base de datos curatorial de la familia Chrysomelidae en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Informe final, SNIB-CONABIO. Proyecto No. HS003. México, D. F.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M., Serrano-Resendiz, V. y L. Hernández-Sosa. 2015. Riqueza de la familia Chrysomelidae (Coleoptera) en comunidades vegetales de las Sierras de Taxco-Huautla. *Entomología mexicana*, 2: 601–607.
- 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. DOI: [10.1007/s13744-015-0280-y](https://doi.org/10.1007/s13744-015-0280-y).
- 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.). *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Vol 2. CRC Press LLC. Boca Raton, FL.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México. Ira. Edición digital*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S. and R. W. Jones. 2014. Diversity and altitudinal distribution of Chrysomelidae (Coleoptera) in Peregrina Canyon, Tamaulipas, Mexico. *ZooKeys*, 417: 103–132. <https://doi.org/10.3897/zookeys.417.7551>.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Barrientos-Lozano, L. and J. Treviño-Carreón. 2017. Assessment of land use-cover changes and successional stages of vegetation in the Natural Protected Area Altas Cumbres, Northeastern Mexico, using Landsat satellite imagery. *Remote sensing*, 9:1–33. <https://doi.org/10.3390/rs9070712>.
- Sandoval-Becerra, F. M., Niño-Maldonado, S., Sánchez-Reyes, U. J., Horta-Vega, J. V., Venegas-Barrera, C. S. e I. Martínez-Sánchez. 2017. Respuesta de la comunidad de Chrysomelidae (Coleoptera) a la variación microclimática en un fragmento de bosque de encino del noreste de México. *Entomología mexicana*, 4: 421–427.
- Scherer, G. 1983. Diagnostic key for the Neotropical Alticinae genera. *Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey*, 31/32: 2–89.
- Şen, I. and A. Gök. 2016. Seasonal activity of adult leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae, Orsodacnidae) occurring in Kovada Lake and Kızıldağ National Parks in Isparta Province (Turkey). *Biología*, 71: 593–603. <https://doi.org/10.1515/biolog-2016-0062>.

- Staines, C. 2006. *Claves taxonómicas de los géneros de Hispinae*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. 50 pp.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA: data analysis software system, version 8.0. Available in: www.statsoft.com.
- Triplehorn, C. A. and N. F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Seventh Edition*. Thomson Brooks/Cole, Learning Inc. United States of America. 864 pp.
- White, R. E. 1993. *A revision of the subfamily Criocerinae (Chrysomelidae) of North America North of Mexico*. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Technical Bulletin 1805. 158 pp.
- Wilcox, J. A. 1972. *A review of the North American Chrysomelinae leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae)*. University of the State of New York. State Education Department. State Museum and Science Service. Bulletin 421. 37 pp.