


DIVERSIDAD ESTACIONAL DE CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) EN *Tillandsia recurvata* L. (BROMELIACEAE) EN EL PARQUE NACIONAL EL CIMATARIO, QUERÉTARO, MÉXICO

Uriel Jeshua Sánchez-Reyes, Jesús Luna-Cozar , Eliut Hurtado Santiago y Robert W. Jones

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. Avenida de las Ciencias S/N, C. P. 76230, Querétaro, México

 Autor de correspondencia: jlcozar@live.com.mx

RESUMEN. El género *Tillandsia* (Bromeliaceae) representa un grupo de plantas epífitas cuya importancia como microhábitat para los insectos ha sido documentada, pero se desconoce su relación con las variaciones estacionales en selvas secas en las comunidades de crisomélidos (Chrysomelidae: Coleoptera). En este trabajo, se documentó la fauna de Chrysomelidae presentes en *Tillandsia recurvata* en una selva baja caducifolia dentro del Parque Nacional El Cimatario, mediante la recolección de plantas en árboles seleccionados al azar, desde febrero de 2017 hasta junio de 2018. La variación estacional de la abundancia y diversidad de crisomélidos fue evaluada mediante pruebas no paramétricas, números de Hill, y análisis de correspondencia simple. Se encontraron 94 ejemplares de Chrysomelidae, distribuidos en cinco subfamilias, nueve géneros y 16 especies. El mayor número de ejemplares y especies se obtuvo para la subfamilia Chrysomelinae, en particular en el género *Calligrapha*. La abundancia y diversidad se incrementaron de forma significativa durante la temporada seca. Los resultados sugieren que algunas especies de Chrysomelidae seleccionan los microhábitats proporcionados por *Tillandsia*, en ausencia de lluvias y ausencia de fuentes alimenticias durante las temporadas secas.

Palabras clave: Crisomélidos, dosel, estacionalidad, microhábitat, refugio

Seasonal diversity of Chrysomelidae (Coleoptera) in *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) from Parque Nacional El Cimatario, Queretaro, Mexico

ABSTRACT. The genus *Tillandsia* (Bromeliaceae) represents a group of epiphytic plants whose importance as a microhabitat for insects has been documented, but its association with seasonal changes in leaf beetles (Chrysomelidae: Coleoptera) communities found in these plants in dry tropical forests, is unknown. In this work we documented the Chrysomelidae fauna observed in *Tillandsia* within El Cimatario National Park, by collecting plants from randomly selected trees, during monthly samplings from February 2017 to June 2018. Seasonal variation in abundance and diversity of leaf beetles was evaluated by non-parametric tests, Hill numbers, and simple correspondence analysis. A total of 94 specimens of Chrysomelidae were found, distributed in 5 subfamilies, 9 genera and 16 species. The highest number of specimens and species was obtained for the Chrysomelinae subfamily, particularly in the genus *Calligrapha*. Abundance and diversity increased significantly during the dry season. The results suggest that some of the Chrysomelidae species select the microhabitats provided by *Tillandsia*, in the absence of rainfall and food sources during the dry season.

Keywords: Leaf beetles, canopy, seasonality, microhabitat, refuge

INTRODUCCIÓN

El género *Tillandsia* es uno de los más representativos de la familia Bromeliaceae, con cerca de 600 especies; en su mayoría son plantas epífitas y perennes, distribuidas en diferentes ecosistemas desde el sur de Estados Unidos hasta Sudamérica, con aproximadamente 170 especies en México (Frank *et al.*, 2004; Flores-Cruz y Diego-Escobar, 2008; Malumphy, 2012). Su relevancia como elementos de la flora del dosel está determinada por los servicios ecosistémicos y ambientales que proveen; no obstante, han sido afectadas de forma negativa por diversos factores, entre ellos la fragmentación del hábitat o el cambio climático (Ladino *et al.*, 2019).

Uno de los grupos de insectos fitófagos dominantes en las comunidades naturales son los crisomélidos (Chrysomelidae: Coleoptera), asociados estrechamente con la presencia y disponibilidad de sus plantas hospederas. Sus comunidades se estructuran con base en las características de la vegetación, como la diversidad florística, o la altura y complejidad de los estratos vegetales (Řehounek, 2002). En ese sentido, la mayoría de los estudios de Chrysomelidae en México se han llevado a cabo en el sotobosque de diferentes comunidades vegetales (Sánchez-Reyes *et al.*, 2019), pero su conocimiento sobre vegetación epífita es inexistente. Aunque algunas investigaciones han documentado la presencia de crisomélidos en bromelias (Campos y Fernández, 2011; Barrios, 2012; Wilches-Álvarez *et al.*, 2013), la relación entre muchas de estas especies y su presencia en las plantas aún no es clara.

Un aspecto importante en la distribución de invertebrados en epífitas, es su relación con el microclima Stuntz *et al.*, 2002). De particular relevancia son los cambios estacionales, ya que las variaciones abióticas anuales originan el desplazamiento de muchos artrópodos en busca de refugios, lo cual es más evidente en ambientes extremos (Frank y Lounibos, 2008). Las epífitas, en específico del género *Tillandsia*, han sido reportadas como reservorios de diversidad en condiciones desfavorables (Malumphy, 2012), aunque la mayoría de estas son especies consideradas “tanques”, ya que por su morfología y estructura son capaces de retener agua (Frank *et al.*, 2004). En cambio, *Tillandsia recurvata* L. posee una función como refugio o microhábitat de insectos a pesar de no considerarse una planta “tanque”, y constituye una de las especies más comunes en bosques secos tropicales de México con marcada estacionalidad (Luna-Cozar *et al.*, 2020); no obstante, los antecedentes de su relación con la presencia de crisomélidos son escasos (Sandoval-Becerra *et al.*, 2019). Por lo anterior, los objetivos de este estudio fueron documentar la fauna de Chrysomelidae encontrados en *Tillandsia recurvata* L. en un bosque seco tropical del estado de Querétaro, México; y asociar la abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad de insectos con los cambios estacionales en el área de estudio

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro México. Se localiza al sur de la ciudad de Querétaro (20° 28'30"-20° 33'23" latitud Norte y 100° 19'37"-100° 23'12" longitud Oeste), y cuenta con una extensión decretada bajo protección de aproximadamente 2447 ha. La vegetación dominante en el área, son matorral crasicaule, bosque tropical subcaducifolio y bosque de encino, las cuales en su mayoría presentan un grado de perturbación (Baltazar-Ramírez *et al.*, 2004).

El muestreo se llevó a cabo mediante la recolección directa de colonias de *T. recurvata* sobre árboles a lo largo de un transecto ajustado de acuerdo a la accesibilidad del terreno y a la densidad de la vegetación. De cada árbol con presencia de *T. recurvata* se muestrearon cuatro colonias, colocándolas en bolsas de plástico para transportarlas al laboratorio, colectándose en promedio 120 colonias de *T. recurvata* mensualmente, durante febrero de 2017 a junio de 2018. Los crisomélidos fueron extraídos de cada planta y colocados en alcohol al 70 %, para su posterior montaje e identificación. Los ejemplares se depositaron en la colección de insectos de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Los datos fueron organizados de forma estacional en cuatro temporadas de acuerdo con las condiciones climáticas del área de estudio: inicio de la temporada seca noviembre a enero, final febrero a abril; inicio de la temporada de lluvias mayo a julio y final agosto a octubre. Los cambios estacionales en la abundancia de la comunidad de crisomélidos se analizaron mediante pruebas

no paramétricas de Kruskal Wallis y Mann-Whitney, en el programa PAST 3.22. El inventario faunístico en cada estación se evaluó mediante curvas de completitud en función del tamaño de muestra (número de individuos) (Chao *et al.*, 2014); la diversidad estacional se obtuvo mediante los números de Hill de orden (q) 0, 1, y 2, valores conocidos como diversidad verdadera o número efectivo de especies (Jost, 2006); los cálculos e intervalos de confianza se generaron mediante el paquete iNEXT en el software R (Chao *et al.*, 2014; Hsieh *et al.*, 2016). Por último, se utilizó un análisis multivariado de correspondencia simple para evaluar la asociación entre las especies de Chrysomelidae y la estacionalidad, en función de las abundancias registradas, en el programa STATISTICA 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 94 ejemplares de Chrysomelidae, distribuidos en cinco subfamilias, nueve géneros y dieciséis especies. La mayor abundancia y riqueza específica se obtuvo para la subfamilia Chrysomelinae, con 77 ejemplares y seis morfoespecies. El mayor número de individuos se concentró en las morfoespecies *Calligrapha* sp. 4 y *Calligrapha* sp. 5, con diecisiete y cincuenta ejemplares, respectivamente (Cuadro 1). A pesar de que existen diversos inventarios de artrópodos realizados en Bromeliaceae, en pocos se registran crisomélidos (Campos y Fernández, 2011; Barrios, 2012; Wilches-Álvarez *et al.*, 2013). Particularmente en *Tillandsia*, se ha reportado a *Calligrapha fulvipes* y *Xenochalepus omogerus*, aunque con un solo ejemplar (Malumphy, 2012).

Cuadro 1. Listado taxonómico de Chrysomelidae asociados con *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae) durante cuatro temporadas, en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. **IS**=inicio de la temporada seca, **ILL**=inicio de la temporada de lluvias, **FS**=final de la temporada seca, **FLL**=final de la temporada de lluvias. La clave (*) corresponde al nombre de las especies en la Figura 3.

Especie	Clave*	IS	FS	ILL	FLL
Subfamilia Cassidinae					
<i>Chalepus</i> sp. 1	Cha	0	0	0	1
<i>Ogdoecosta mexicana</i> (Champion, 1893)	Ogdm	1	0	0	0
<i>Physonota</i> sp. 1	Phy	0	1	0	0
Subfamilia Criocerinae					
<i>Lema</i> sp. 1	Lem1	1	0	0	0
<i>Lema</i> sp. 3	Lem3	1	0	0	0
Subfamilia Chrysomelinae					
<i>Calligrapha</i> sp. 1	Cal1	2	1	0	0
<i>Calligrapha</i> sp. 2	Cal2	3	0	0	0
<i>Calligrapha</i> sp. 3	Cal3	0	1	0	0
<i>Calligrapha</i> sp. 4	Cal4	1	14	2	0
<i>Calligrapha</i> sp. 5	Cal5	17	23	10	0
<i>Calligrapha serpentina</i> (Rogers, 1856)	Cals	1	2	0	0

Cuadro 1. Listado taxonómico de Chrysomelidae asociados con *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae)...

Especie	Clave*	IS	FS	ILL	FLL
Subfamilia Galerucinae					
<i>Acalymma</i> sp. 1	Aca	1	0	0	0
<i>Centralaphthona</i> sp. 1	Cen	0	1	0	0
<i>Disonycha</i> sp. 1	Dis	2	0	1	0
<i>Miraces</i> sp. 1	Mir	1	2	2	0
Subfamilia Cryptocephalinae					
<i>Griburius</i> sp.1	Gri	0	0	2	0

IS=inicio de la temporada seca, ILL=inicio de la temporada de lluvias, FS=final de la temporada seca, FLL=final de la temporada de lluvias. La clave (*) corresponde al nombre de las especies en la Figura 3.

Con respecto al análisis estacional, se obtuvieron diferencias significativas en la abundancia de crisomélidos entre temporadas ($HCH^2 = 9.648$; $P = 0.005522$). En forma específica, el mayor número de ejemplares durante la temporada seca (inicio de estación = 31 ejemplares; final de estación = 45 ejemplares) fue diferente significativamente al final de la temporada de lluvias. No existieron diferencias en abundancia en el resto de las comparaciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparaciones pareadas de la abundancia estacional de crisomélidos colectados en *Tillandsia recurvata* en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. Valores encima de la diagonal indican el valor *U* de la prueba de Mann-Whitney. Valores por debajo, indican el valor de probabilidad (*P*).

	Inicio de la temporada seca (IS)	Final de la temporada seca (FS)	Inicio de la temporada de lluvias (ILL)	Final de la temporada de lluvias (FLL)
IS		111	90	46
FS	0.51		107	70
ILL	0.1267	0.3828		0.94
FLL	0.0003581	0.006129	0.06351	

La proporción de especies observadas con respecto al estimado (de acuerdo con las curvas de completitud estacionales), fue menor durante el inicio de la temporada seca (cerca del 70 %), y se incrementó con el transcurso de las estaciones (por encima del 85 % al final de la temporada seca e inicio de la temporada de lluvias) (Figura 1). Esto sugiere que el número de especies a registrar en bromelias durante el inicio de la temporada seca es probablemente mayor, en comparación con el resto del año.

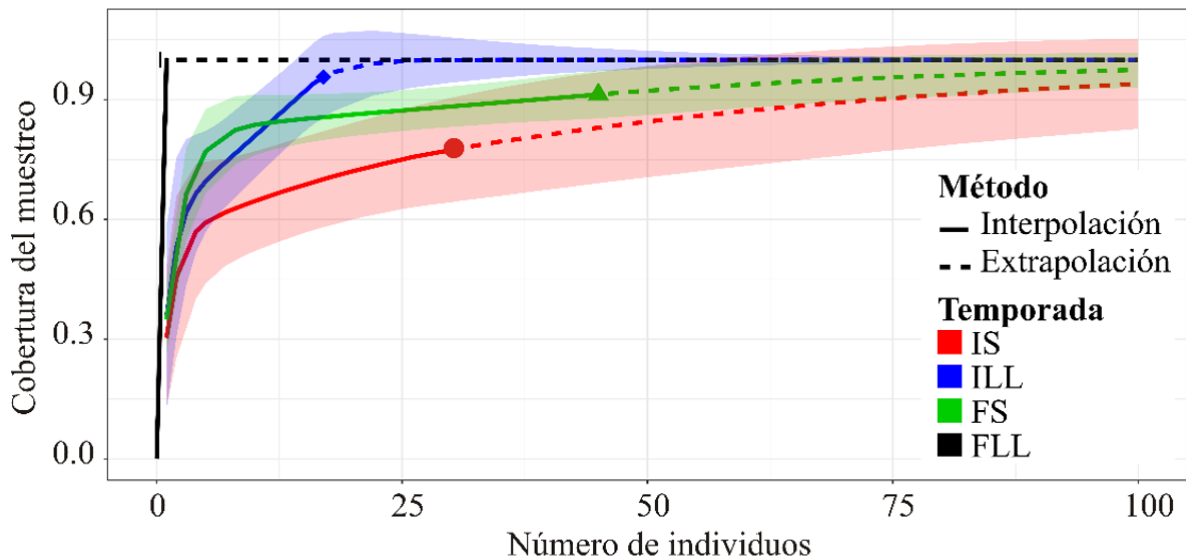


Figura 1. Comparación de las curvas de completitud estacional para el inventario de Chrysomelidae en *Tillandsia recurvata*, en el Parque Nacional El Cimatario. IS=inicio de la temporada seca, ILL=inicio de la temporada de lluvias, FS=final de la temporada seca, FLL=final de la temporada de lluvias.

Al analizar los valores de diversidad observada, la mayor riqueza de especies (diversidad de orden $q = 0$) se obtuvo durante el inicio de la temporada seca (11 especies), seguido por el final de la misma estación (ocho especies). Tanto el inicio (cinco especies) como el final de la temporada de lluvias mostraron valores muy bajos de riqueza, colectándose una sola especie en esta última temporada (Figura 2A). La diversidad de especies típicas (orden $q = 1$) también fue notablemente mayor en el inicio de la temporada seca, casi el doble (5.39 especies) de lo observado en las otras temporadas; sin embargo, existió un empalme del intervalo de confianza inferior con respecto al final de la temporada seca (3.74 especies) y al inicio de las lluvias (3.43 especies), estos últimos sin diferencias significativas entre sí (Figura 2B). Para el caso de la diversidad de especies dominantes (orden $q = 2$), no se observaron diferencias significativas entre estaciones, aunque existió una tendencia a mayor diversidad en el inicio de la temporada seca (3.07 especies) (Figura 2C). Previos estudios en epífitas han sugerido que se pueden encontrar un mayor número de individuos y especies durante la temporada seca, principalmente en zonas donde la estacionalidad es muy marcada y contrastante (Frank y Lounibos, 2008), tal como ocurre en El Cimatario. Patrones similares se presentan en Carabidae (Coleoptera) y otros insectos (Montes-de-Oca *et al.*, 2007; Liria, 2007; Montero *et al.*, 2010).

Por otra parte, se obtuvo una asociación significativa entre la abundancia de las especies de Chrysomelidae y la temporada en la que fueron registradas ($\text{Chi}^2 = 135.923$; $\text{gl} = 45$; $P = 0.000$). La mayor separación estacional de los crisomélidos estuvo determinada por la dimensión 1 (69.16 % de inercia, eje horizontal) del análisis de correspondencia (Figura 3). Por lo tanto, *Chalepus* sp. 1 (Figura 3, *Cha*), en la región derecha de la gráfica de ordenación, fue la especie más asociada con el final de la temporada de lluvias.

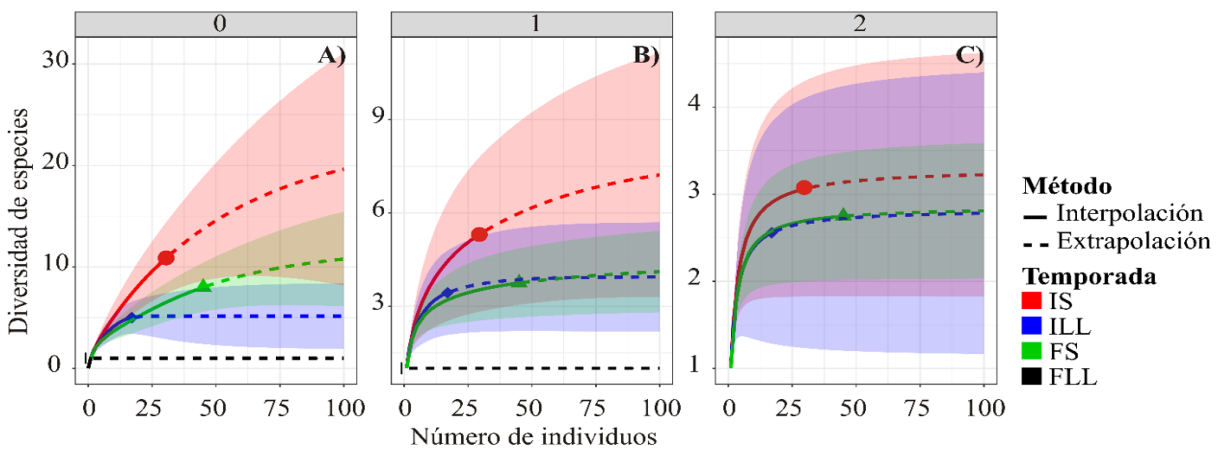


Figura 2. Curvas de acumulación de diversidad estacional de Chrysomelidae en *Tillandsia recurvata*, en el Parque Nacional El Cimatario, basadas en el tamaño de muestra (número de individuos). **A)** Diversidad de orden $q = 0$; **B)** Diversidad de orden $q = 1$; **C)** Diversidad de orden $q = 2$. IS=inicio de la temporada seca, ILL=inicio de la temporada de lluvias, FS=final de la temporada seca, FLL=final de la temporada de lluvias.

La separación entre el resto de las temporadas estuvo determinada por la variación en el eje vertical (dimensión 2, 19.64 % de inercia) (Figura 3). Al respecto, el promedio de la distribución para siete especies estuvo asociado con el inicio de la temporada seca (región inferior izquierda de la gráfica de ordenación), entre ellas *Calligrapha* sp. 1 (Figura 3, *Cal1*), *Disonycha* sp. 1 (*Dis*), *Acalymma* sp. 1 (*Aca*), *Lema* sp. 1 (*Lem1*), u *Ogdoecosta mexicana* (*Ogdm*). Cuatro especies, *Calligrapha* sp. 3 (*Cal3*), *Calligrapha* sp. 4 (*Cal4*), *Centralaphthona* sp. 1 (*Cen*) y *Physonota* sp. 1 (*Phy*), se asociaron principalmente con el final de la temporada seca (región superior izquierda). Las restantes cuatro especies se ubicaron al centro de la ordenación, y estuvieron asociadas tanto al final de la temporada seca como al inicio de las lluvias (Figura 3), entre ellas *Griburius* sp. 1 (*Gri*) y *Calligrapha* sp. 5 (*Cal5*).

El patrón observado mediante el análisis de correspondencia indica que la mayor parte de las especies asociadas a *Tillandsia* en el área de estudio prefieren ese microhábitat durante la temporada seca (inicio y final, 11 especies en total). Sin embargo, no existe una selección estacional evidente por parte de alguna subfamilia o género, lo cual pone de manifiesto la necesidad de condiciones ecológicas particulares para cada especie. Tales requerimientos pueden ser de refugio, o microclima favorable (Stuntz *et al.*, 2002; Malumphy, 2012), sin embargo, son independientes de la categoría taxonómica, lo cual se ha observado en otros estudios con Chrysomelidae (Sánchez-Reyes *et al.*, 2019).

En general, la presencia de crisomélidos sobre *T. recurvata* en El Parque Nacional El Cimatario, se atribuye al efecto que tienen estas plantas como refugio o microhábitat temporal (Luna-Cozar *et al.*, 2020). Por ejemplo, en Florida, Estados Unidos, se observaron 82 especies de 63 familias de insectos asociados a *Tillandsia*, pero en su mayoría fueron incidentales o con relaciones pocas veces obligadas (Malumphy, 2012).

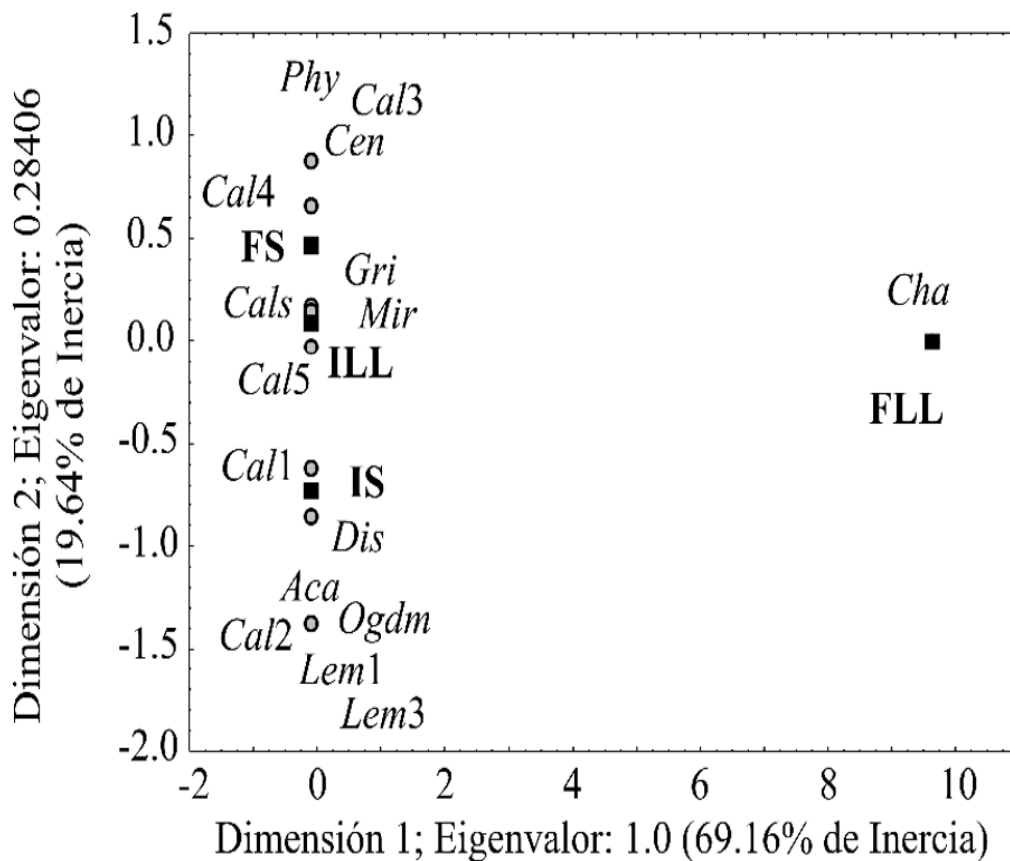


Figura 3. Análisis de correspondencia para la abundancia estacional de Chrysomelidae en *Tillandsia recurvata*, en el Parque Nacional El Cimatario. **IS**=inicio de la temporada seca, **ILL**=inicio de la temporada de lluvias, **FS**=final de la temporada seca, **FLL**=final de la temporada de lluvias. El nombre de las especies (clave) se presenta en el Cuadro 1.

En efecto, el registro de un solo ejemplar para varias especies de Chrysomelidae a lo largo de todo el estudio es similar a otros trabajos (Stuntz *et al.*, 2002), y podría confirmar que dicha asociación es incidental. Tal aspecto es más evidente en Chrysomelidae, ya que pocas especies se alimentan de *Tillandsia*, y por lo tanto pueden usar ese microhábitat a la espera de sus plantas hospederas (Malumphy, 2012). Otros estudios confirman el uso de bromelias como reservorios de humedad, refugio de enemigos, o como hábitats incidentales o temporales para el desplazamiento de insectos (Frank y Lounibos, 2008). En el caso de México, se ha documentado el hábito de agregación de *Ogdoecosta epilachnoides* (Chrysomelidae: Cassidinae) asociado a la búsqueda de refugio (Sandoval-Becerra *et al.*, 2019). Sin embargo, se desconoce el rol específico para la mayoría de los taxa que se han registrado en *T. recurvata* (Frank *et al.*, 2004; Luna-Cozar *et al.*, 2020), incluyendo Chrysomelidae.

El estudio del comportamiento de la familia Chrysomelidae durante las épocas de sequía en selvas tropicales secas ha sido muy poco estudiado. En el presente trabajo se sugiere que *T. recurvata* es un importante refugio para algunas especies de Chrysomelidae durante las épocas secas en una selva baja en el centro de México. Un factor que favorece a *T. recurvata* como refugio es el microclima

que proporciona, ya que en especies de *Tillandsia* se regula la temperatura con respecto al ambiente circundante, permitiendo que los animales busquen refugio en ellas (Stuntz *et al.*, 2002). Esto es más importante en temporadas desfavorables, como la estación seca del área de estudio, con precipitaciones muy escasas y vegetación casi ausente, lo cual podría relacionarse con el mayor número de crisomélidos en la estación seca. Por el contrario, con el aumento de la precipitación, la estructura de la vegetación en el sotobosque se vuelve más compleja y se incrementa el follaje de muchas plantas anuales, que en conjunto representan condiciones ideales generales de humedad y temperatura, y la aparición de fuentes alimenticias para la mayoría de las especies de Chrysomelidae. De tal forma es probable que, durante la temporada de lluvias, los crisomélidos se encuentren sobre sus plantas hospederas y por lo tanto están ausentes en *T. recurvata*. No obstante, se requieren futuros estudios y un mayor número de observaciones que permitan entender las interacciones entre estos insectos y el microhábitat en el que se desarrollan.

CONCLUSIONES

Los crisomélidos son un componente faunístico abundante en *T. recurvata* dentro del Parque Nacional El Cimatario, y el presente inventario constituye una de las primeras aproximaciones a su estudio en asociación con epífitas. La abundancia y diversidad de crisomélidos fue significativamente mayor durante la temporada seca, lo cual se atribuye a la función que ejerce *T. recurvata* como refugio temporal y microclimático en ausencia de lluvias y de sus plantas hospederas. Esto también implica que los crisomélidos entran en un estado de estivación o diapausa en la epífita, ya que ni ninguno se alimenta sobre *T. recurvata*. Estos microhábitats suponen una gran importancia para la distribución de Chrysomelidae y potencialmente para otros insectos, por lo que deben protegerse ante los escenarios actuales de acelerada perturbación antropogénica y cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Baltazar-Ramírez, J. O., M. Martínez-Díaz y L. Hernández-Sandoval. 2004. *Guía de plantas comunes del Parque Nacional "El Cimatario" y sus alrededores*. Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Querétaro. 86 pp.
- Barrios, H. 2012. Efecto de las epífitas en la diversidad y la estructura de la comunidad de escarabajos (Insecta: Coleoptera) del dosel de árboles tropicales. *Tecnociencia*, 14(1):5-19. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/268593261.pdf>
- Campos, R. E. and L. A. Fernández. 2011. Coleopterans associated with plants that form phytotelmata in subtropical and temperate Argentina, South America. *Journal of Insect Science*, 11(147): 1-18. <https://doi.org/10.1673/031.011.14701>
- Chao, A., N. J. Gotelli, T. C. Hsieh, E. L. Sander, K. H. Ma, R. K. Colwell and A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1): 45-67. DOI: 10.1890/13-0133.1
- Flores-Cruz, M. y M. V. Diego-Escobar. 2008. Una especie nueva de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 82: 15-20. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-21282008000100002
- Frank, J. H. and L. P. Lounibos. 2008. Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1: 125-153. doi: 10.1163/187498308X414742
- Frank, J. H., S. Sreenivasan, P. J. Benschoff, M. A. Deyrup, G. B. Edwards, S. E. Halbert, A. B. Hamon, M. D. Lowman, E. L. Mockford, R. H. Scheffrahn, G. J. Steck, M. C. Thomas, T. J. Walker and W. C. Welbourn. 2004. Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia*

- (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. *Florida Entomologist*, 87(2): 176-185. Recuperado de <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75284>
- Hsieh, T. C., K. H. Ma and A. Chao. 2016. iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (12): 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2): 363-375. DOI: 10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x
- Ladino, G., F. Ospina-Bautista, J. E. Varón, L. Jerabkova and P. Kratina. 2019. Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. *Ecology and Evolution*, 9: 7360-7372. doi: 10.1002/ece3.5296
- Liria, J. 2007. Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 14(1): 033-038. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000200007
- Luna-Cozar, J., O. Martínez-Madera and R. W. Jones. 2020. Ball Moss, *Tillandsia recurvata* L., as a refuge site for arthropods in a seasonally dry tropical forest of Central Mexico. *Southwestern Entomologist (en prensa)*.
- Malumphy, C. 2012. Arthropods intercepted on air plants (*Tillandsia* spp.) imported from Guatemala into England and Wales. *Entomologist's Gazette*, 63: 54-62. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/233883610_Arthropods_intercepted_on_air_plants_Tillandsia_spp_imported_from_Guatemala_into_England_and_Wales
- Montero, G., C. Feruglio and I. M. Barberis. 2010. The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. *Insect Conservation and Diversity*, 3: 92-102. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00077.x>
- Montes-De-Oca, E., G. E. Ball and J. R. Spence. 2007. Diversity of Carabidae (Insecta, Coleoptera) in epiphytic Bromeliaceae in Central Veracruz, Mexico. *Environmental Entomology*, 36(3): 560- 568. [https://doi.org/10.1603/0046-225X\(2007\)36\[560:DOCICI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0046-225X(2007)36[560:DOCICI]2.0.CO;2)
- Řehounek, J. (2002). Comparative study of the leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in chosen localities in the district of Nymburk. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium Biologica*, 39-40: 123-130. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.385.9098&rep=rep1&type=pdf>
- Sánchez-Reyes, U. J., S. Niño-Maldonado, L. Barrientos-Lozano, S. M. Clark, J. Treviño-Carreón and P. Almaguer-Sierra. 2019. Microclimate niche requirements of leaf beetles (Chrysomelidae: Coleoptera) in a successional gradient of low thorn forest in northeastern Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 23(3): 503-524. DOI: 10.3897/zookeys.825.30455
- Sandoval-Becerra, F. M., G. M. Rodríguez-Mirón, J. L. Barragán-Ramírez and S. López-Pérez. 2019. Gregarious behavior of two species of Cassidinae (Coleoptera: Chrysomelidae) in Mexico. *Dugesiana*, 26(2): 67-68. Recuperado de <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG/article/download/7069/6107>
- Stuntz, S., C. Ziegler, U. Simon and G. Zotz. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 161-176. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467402002110>
- Wilches-Álvarez, W., M. F. Botero-Á y F. Cortés-P. 2013. Macroinvertebrados asociados a *Guzmania mitis* L.B. Sm. (Bromeliaceae) en dos fragmentos de robledal. *Colombia Forestal*, 16(1): 5-20. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v16n1/v16n1a01.pdf>