

INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA DISTRIBUCIÓN DE CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) EN EL CAÑÓN DE LA PEREGRINA, TAMAULIPAS, MÉXICO

Uriel Jeshua Sánchez-Reyes¹✉, Santiago Niño-Maldonado², Ludivina Barrientos-Lozano¹ y Fátima Magdalena Sandoval-Becerra¹

¹Instituto 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.

✉Autor de correspondencia: uriel_elf3@hotmail.com

RESUMEN. Los patrones de distribución de Chrysomelidae en base al clima fueron evaluados en el Cañón de la Peregrina, municipio de Victoria, Tamaulipas. Se utilizaron capas climáticas históricas, cuyos valores fueron correlacionados con la abundancia de crisomélidos registrados de 2009 a 2010 en el área de estudio. Se encontró una influencia significativa de la precipitación y temperatura sobre la comunidad de Chrysomelidae, pero sólo 14 especies presentaron una asociación específica, distribuidas en dos grupos: 1) especies correlacionadas con valores altos de temperatura y precipitación, y 2) especies asociadas a valores bajos de dichas variables. *Diachus auratus* (Fabricius, 1801) constituye un posible taxón indicador de baja precipitación y temperatura.

Palabras clave: Crisomélidos, nicho ecológico, variables climáticas, competencia interespecífica.

Influence of climate on distribution of Chrysomelidae (Coleoptera) at the Peregrina Canyon, Tamaulipas, Mexico

ABSTRACT. The distribution patterns of Chrysomelidae were evaluated at the Peregrina Canyon, municipality of Victoria, Tamaulipas, based on climate data. Historical climate layers were used, and its values were correlated to the abundance of leaf beetles collected during 2009-2010 in the study area. A significant influence of precipitation and temperature on the community of Chrysomelidae was found, but only 14 taxa have a specific association; these taxa were divided into two groups: 1) species correlated to high values of temperature and precipitation, and 2) species associated to low values of these variables. *Diachus auratus* (Fabricius, 1801) is a potential indicator taxa of low precipitation and temperature..

Keywords: Leaf beetles, ecological niche, climate variables, interspecific competition.

INTRODUCCIÓN

La distribución y los patrones de actividad de las especies están determinados por diversos factores bióticos y abióticos, como la disponibilidad de alimento, la competencia intra e interespecífica y las condiciones climáticas. No obstante, la influencia particular de dichas variables es diferente para cada una de las especies, permitiendo su coexistencia a través de diferentes nichos ecológicos (Hirzel y Le-Lay, 2008).

Un grupo modelo para evaluar la respuesta de las especies ante la variación climática es la familia Chrysomelidae, ya que constituye un grupo estrechamente asociado con la composición de la vegetación (Flowers y Hanson, 2003). Por lo tanto, la presencia de crisomélidos en un hábitat determinado estará delimitada por la influencia de las variables climáticas que permiten a las especies poder apropiarse y hacer uso del recurso que representa la vegetación; es decir, un límite o rango de condiciones en las cuales están presentes.

En conjunto, el análisis del nicho ecológico así como los patrones de actividad de las especies en función de la variación climática, permiten conocer sus requerimientos específicos y en base a

ello, analizar la posible influencia de la variación del clima sobre la distribución de las especies, determinando aquellas que pudieran ser más susceptibles ante la perturbación climática, o bien, definir las como indicadores (Pulliam, 2000). Estos patrones han sido evaluados recientemente en forma preliminar (Sánchez-Reyes *et al.*, 2015). El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la influencia de variables climáticas en la presencia y distribución de especies de Chrysomelidae en el Cañón de la Peregrina, Victoria, Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODO

Los datos de abundancia empleados en esta investigación provienen de un estudio sistemático realizado en 2009-2010, en el Cañón de la Peregrina (23° 45' 16" N - 99° 18' 40" W a 23° 47' 02" N - 99° 11' 44" W), municipio de Victoria, Tamaulipas, en donde se evaluaron los patrones de diversidad de Chrysomelidae (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014). En dicho estudio, el muestreo se realizó en tres sitios con diferente tipo de vegetación: selva baja subcaducifolia (SBS), matorral espinoso tamaulipeco (MET) y bosque de encino pino (BEP). En cada sitio se delimitaron cinco cuadrantes (50 x 50 m, 15 cuadrantes en total), y en cada uno se tomaron 16 muestras (cada muestra = 200 golpes de red). El muestreo se realizó de abril de 2009 a marzo de 2010, y se utilizó red entomológica de golpeo. Más detalles sobre el método de muestreo pueden consultarse en Sánchez-Reyes *et al.* (2014). Para la presente investigación, se eligieron sólo las especies de Chrysomelidae categorizadas como abundantes o comunes; es decir, con más de 10 ejemplares capturados durante el periodo de estudio (Cuadro 1).

Para analizar la relación Chrysomelidae frente a variables climáticas, se eligieron 14 capas de clima que incluyen temperatura y precipitación (Cuadro 2), disponibles en línea (BIOCLIM). Éstas fueron generadas a partir del análisis de las condiciones climáticas históricas entre 1950-2000 (Hijmans *et al.*, 2005). La información se procesó en el programa ArcMap® 10.2, obteniéndose el valor de cada una de las variables para los 15 cuadrantes.

Para determinar la relación de las especies más abundantes de Chrysomelidae con las variables climáticas seleccionadas, se utilizó el Índice de Marginalidad Media (bases teóricas del análisis en Dolédec *et al.*, 2000). Como método de ordenación se usó el análisis de componentes principales en la matriz de datos ambientales. El valor de probabilidad del Índice de Marginalidad se calculó a través una prueba de Monte Carlo, mediante 10,000 permutaciones aleatorias. Los cálculos se realizaron en el programa ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 33 especies (incluyendo morfoespecies) con abundancia igual o mayor a 10 individuos (Cuadro 1), sumando 1889 ejemplares. Los resultados del Índice de Marginalidad Media indicaron influencia global significativa de las variables climáticas sobre la comunidad de Chrysomelidae ($p = 0.0003$), con un 99.96 % de la variación total explicada por los dos primeros ejes del análisis, siendo el Eje 1 el más representativo (Fig. 1). De los 33 taxones, 14 presentaron una relación significativa con las variables climáticas (Cuadro 1, valores de p en negritas).

El valor de Inercia total (Cuadro 1, $Iner0$), indica la influencia de las variables climáticas sobre cada una de las especies y se divide en tres parámetros: marginalidad, tolerancia y tolerancia residual. 1) *Diachus auratus*, *Epitrix* sp. 3 y *Centralaphthona fulvipennis* fueron las especies con los valores más altos de marginalidad (OMI), indicando una preferencia por hábitats atípicos o asociadas fuertemente a las variables climáticas de un sitio en particular. Por el contrario, *Centralaphthona diversa* y *Gynandrobrotica lepida*, así como otras especies con baja marginalidad, representan especies de amplia distribución.

Cuadro 1. Lista de especies de Chrysomelidae y parámetros obtenidos mediante el Índice de Marginalidad Media (OMI), en el Cañón de la Peregrina, Victoria, Tamaulipas.

Especie	N	InerO	OMI	T1	T2	<i>p</i>
<i>Acallepitrax</i> sp. 1	134	17.63	1.051	15.59	0.989	0.074
<i>Acallepitrax</i> sp. 2	26	14.17	0.577	12.65	0.941	0.549
<i>Acallepitrax</i> sp. 3	25	13.66	0.587	12.45	0.617	0.257
<i>Alagoasa decemguttata</i> (Fabricius, 1801)	10	14.29	0.500	12.57	1.219	0.680
<i>Asphaera abdominalis</i> (Chevrolat, 1834)	12	13.32	3.12	8.836	1.367	0.473
<i>Asphaera</i> sp. 1	14	7.165	0.436	0.278	6.451	0.880
<i>Brachycoryna pumila</i> Guérin-Méneville, 1844	14	5.245	1.196	2.989	1.06	0.390
<i>Brachypnoea</i> sp. 1	18	19.88	0.525	11.12	8.235	0.433
<i>Brachypnoea</i> sp. 2	14	18.09	2.3	14.55	1.234	0.201
<i>Centralaphthona diversa</i> (Baly, 1877)	248	10.74	0.135	6.151	4.45	0.479
<i>C. fulvipennis</i> (Jacoby, 1885)	412	15.58	11.58	3.647	0.349	0.003
<i>Chaetocnema</i> sp. 1	72	12.94	0.771	11.59	0.584	0.008
<i>Chaetocnema</i> sp. 3	25	13.23	0.348	11.68	1.203	0.446
<i>Diabrotica</i> sp. 1	10	18.13	7.413	10.49	0.220	0.033
<i>Diachus auratus</i> (Fabricius, 1801)	15	24.7	24.7	0	0	0
<i>Epitrix</i> sp. 1	84	12.05	4.134	7.294	0.627	0.0006
<i>Epitrix</i> sp. 3	12	22.09	17.78	4.237	0.075	0.001
<i>Gynandrobrotica lepida</i> (Say, 1835)	40	15.24	0.163	12.92	2.151	0.346
<i>Helocassis crucipennis</i> (Boheman, 1855)	14	17.24	8.069	8.743	0.431	0.049
<i>Heterispa vinula</i> (Erichson, 1847)	91	10.19	0.624	7.954	1.612	0.318
<i>Longitarsus</i> sp. 1	104	11.08	1.042	9.209	0.832	0.013
<i>Longitarsus</i> sp. 5	21	9.072	6.059	1.952	1.061	0.048
<i>Lupraea</i> sp. 1	32	19.39	0.788	14.31	4.297	0.502
<i>Lupraea</i> sp. 3	24	16.82	0.371	11.89	4.559	0.530
<i>Lupraea</i> sp. 4	33	9.222	4.366	4.508	0.348	0.150
<i>Margaridisa</i> sp.1	219	11.21	4.963	5.602	0.647	0
<i>Monomacra</i> sp. 1	33	12.12	3.305	8.041	0.779	0.009
<i>Oulema</i> sp. 1	12	21.49	4.012	16.28	1.203	0.033
<i>Plagioderma semivittata</i> Stål, 1860	12	14.98	5.616	8.756	0.603	0.074
<i>P. thymaloides</i> Stål, 1860	18	9.729	3.18	5.714	0.834	0.150
<i>Plectrotetra</i> sp. 1	18	16.84	7.492	8.829	0.521	0.204
<i>Syphrea</i> sp. 1	22	12.27	8.569	2.761	0.942	0.026
<i>Syphrea</i> sp. 2	13	13.33	1.099	11.46	0.779	0.522
<i>Systema contigua</i> Jacoby, 1884	27	18.34	9.981	8.01	0.350	0.048
<i>Xanthonia</i> sp. 1	11	18.13	7.336	10.63	0.165	0.066

N = Abundancia; InerO = Inercia total; OMI = Índice de marginalidad media; T1 = Índice de tolerancia; T2 = Tolerancia residual; *p* = probabilidad, valores significativos en negritas.

2) El índice de tolerancia (T1) indica la amplitud de nicho de las especies, siendo *Oulema* sp. 1, *Acallepitrax* sp. 1, *Brachypnoea* sp. 2 y *Lupraea* sp. 1 las especies generalistas, distribuidas bajo un mayor rango de condiciones de temperatura y precipitación. Mientras que *Diachus auratus* y *Asphaera* sp. 1 se consideraron especialistas, dado que presentan valores muy bajos de tolerancia y por ende, estuvieron asociadas a condiciones climáticas particulares. 3) *Brachypnoea* sp. 1 y *Asphaera* sp. 1 presentaron los valores más altos de Tolerancia residual (T2), sugiriendo la presencia de otras posibles variables, no consideradas en el análisis, que pudieran estar influyendo en su distribución (Cuadro 1).

Mediante el Índice de Marginalidad Media también se obtuvo la relación entre cada una de las variables climáticas y la distribución de las especies. En forma general, los valores obtenidos para

el Eje 1 fueron similares para todas las variables (Cuadro 2), lo cual sugiere un efecto conjunto de todas las variables en la distribución de las especies analizadas.

Cuadro 2. Variables climáticas y sus valores de correlación (loadings) con las especies más abundantes de Chrysomelidae en el Cañón de la Peregrina, Victoria, Tamaulipas.

Variable Temperatura	Eje 1	Eje 2	Variable Precipitación	Eje 1	Eje 2
Temperatura media anual	0.47	-0.06	Precipitación anual	0.49	0.03
Temperatura máxima del mes más cálido	0.48	-0.06	Precipitación del mes más húmedo	0.49	0.05
Temperatura mínima del mes más frío	0.48	-0.06	Precipitación del mes más seco	0.50	0.06
Temperatura media del cuatrimestre más húmedo	0.48	-0.05	Precipitación del cuatrimestre más húmedo	0.48	0.11
Temperatura media del cuatrimestre más seco	0.47	-0.07	Precipitación del cuatrimestre más seco	0.49	0.05
Temperatura media del cuatrimestre más cálido	0.48	-0.06	Precipitación del cuatrimestre más cálido	0.48	0.08
Temperatura media del cuatrimestre más frío	0.48	-0.06	Precipitación del cuatrimestre más frío	0.50	0.04

Considerando la variación explicada por el Eje 1 (98.09 %), la ordenación de los cuadrantes de estudio dio como resultado un gradiente de izquierda a derecha (Fig. 1), en donde los valores más bajos de temperatura y precipitación se obtuvieron en los cuadrantes de Bosque de encino-pino (Fig. 1, cuadros en color verde), y aumentaron gradualmente hacia el Matorral (Fig. 1, cuadros amarillos) y Selva baja (Fig. 1, cuadros celestes).

Con base en lo anterior, se delimitaron dos grupos faunísticos, en función de la preferencia de los crisomélidos (Cuadro 1, en negritas) por las condiciones de temperatura y precipitación (Fig. 2). El grupo 1 estuvo constituido por especies relacionadas con los valores más altos de las variables climáticas, y cuyos centroides (promedio de distribución) se ubicaron en la región derecha de la gráfica de ordenación (Fig. 2, Grupo 1). *Chaetocnema* sp. 1, *Epitrix* sp. 1, *Longitarsus* sp. 1, *Margaridisa* sp. 1 y *Monomacra* sp. 1 se registraron en los tres sitios de evaluación, aunque sus abundancias fueron muy bajas en BEP (Fig. 2, B, F, H, J, K), mientras que *C. fulvipennis*, *Longitarsus* sp. 5 y *Syphrea* sp. 1 fueron exclusivas de MET y SBS (Fig. 2, A, I, M). Por otra parte, en el grupo 2 se incluyeron las especies distribuidas principalmente en los cuadrantes con valores más bajos de temperatura y precipitación, en la región izquierda de la gráfica de ordenación (Fig. 2, Grupo 2). En dicho grupo, *Diabrotica* sp. 1 se registró en todos los sitios, obteniéndose su mayor abundancia en BEP (Fig. 2, C); *H. crucipennis*, *Epitrix* sp. 3 y *S. contigua* se distribuyeron en MS y BEP (Fig. 2, E, G, N) mientras que *Oulema* sp. 1 se presentó en SBS y BEP (Fig. 2, L). Solo *D. auratus* presentó una distribución exclusiva en BEP (Fig. 2, D).

La influencia de las variables abióticas en la distribución de Chrysomelidae ha sido evaluada tomando en cuenta precipitación, temperatura, e influencia del fotoperiodo (Linzmeier y Ribeiro-Costa, 2008; Sánchez-Reyes *et al.*, 2014). Sin embargo, dichos estudios han considerado el total de la comunidad de crisomélidos, mientras que a nivel específico es evidente la existencia de variaciones en los requerimientos de nicho. En este trabajo, *D. auratus* se consideró como especialista, al presentarse como especie exclusiva del BEP, en condiciones climáticas de baja precipitación y temperatura. Esto sería consistente con lo registrado en otros estudios, donde la misma especie se asocia a condiciones microclimáticas similares, en sitios de mayor altitud (Sánchez-Reyes *et al.*, 2015). Lo anterior sugiere que *D. auratus* pudiera ser empleada como una especie indicadora de ese tipo de condiciones. En forma similar, la variación climática y su

influencia en el nicho de las especies se evaluó mediante la distribución potencial de *Helocassis* (Sandoval-Becerra *et al.*, 2015), encontrándose que la probabilidad de presencia de *H. crucipennis* disminuye con el aumento en la estacionalidad de la precipitación, siendo consistente con lo registrado en esta investigación.

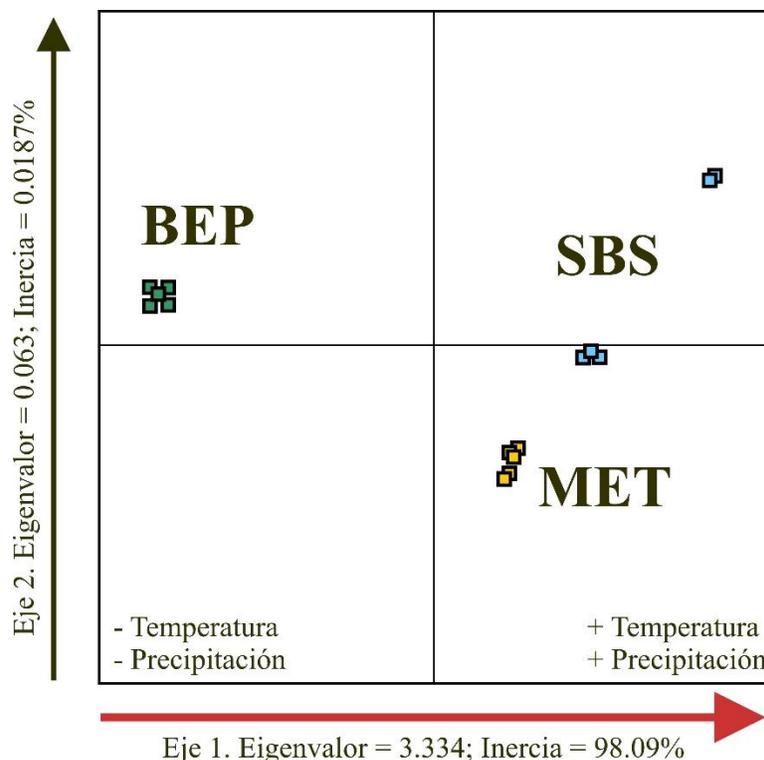


Figura 1. Ordenación de los cuadrantes de muestreo en base a las variables climáticas, Cañón de la Peregrina, Victoria, Tamaulipas. La interpretación se realizó en base al Eje 1, el cual explicó el 98.09% de la variación en los datos; la flecha roja indica un gradiente de izquierda a derecha en los valores de todas las variables. SBS = Selva baja subcaducifolia; MET = Matorral espinoso tamaulipeco; BEP = Bosque de encino-pino.

En uno de los trabajos más recientes realizado en Tamaulipas, se determinó que algunas de las variables más importantes en el nicho de la subfamilia Cryptocephalinae son el tipo de vegetación, la altitud y la variación en la humedad relativa (Sánchez-Reyes *et al.*, 2015). No obstante, la escala ambiental empleada en dicho estudio fue a nivel de microclima, ya que las variables se evaluaron *in situ* durante cada uno de los muestreos realizados. En cambio, en la presente investigación las variables son de tipo climático, dado que consideran un periodo de 50 años (Hijmans *et al.*, 2005). Por lo tanto, se sugiere que los patrones de distribución aquí encontrados reflejan las adaptaciones y patrones evolutivos e históricos de las especies de Chrysomelidae en el Cañón de la Peregrina. Sin embargo, es necesario complementar el análisis con observaciones microclimáticas, de manera que pueda establecerse el rango total de condiciones que comprende el nicho de las especies de crisomélidos. Además, se requiere incluir variables asociadas con la vegetación, para determinar la respuesta conjunta de las plantas ante la variación en la composición de Chrysomelidae.

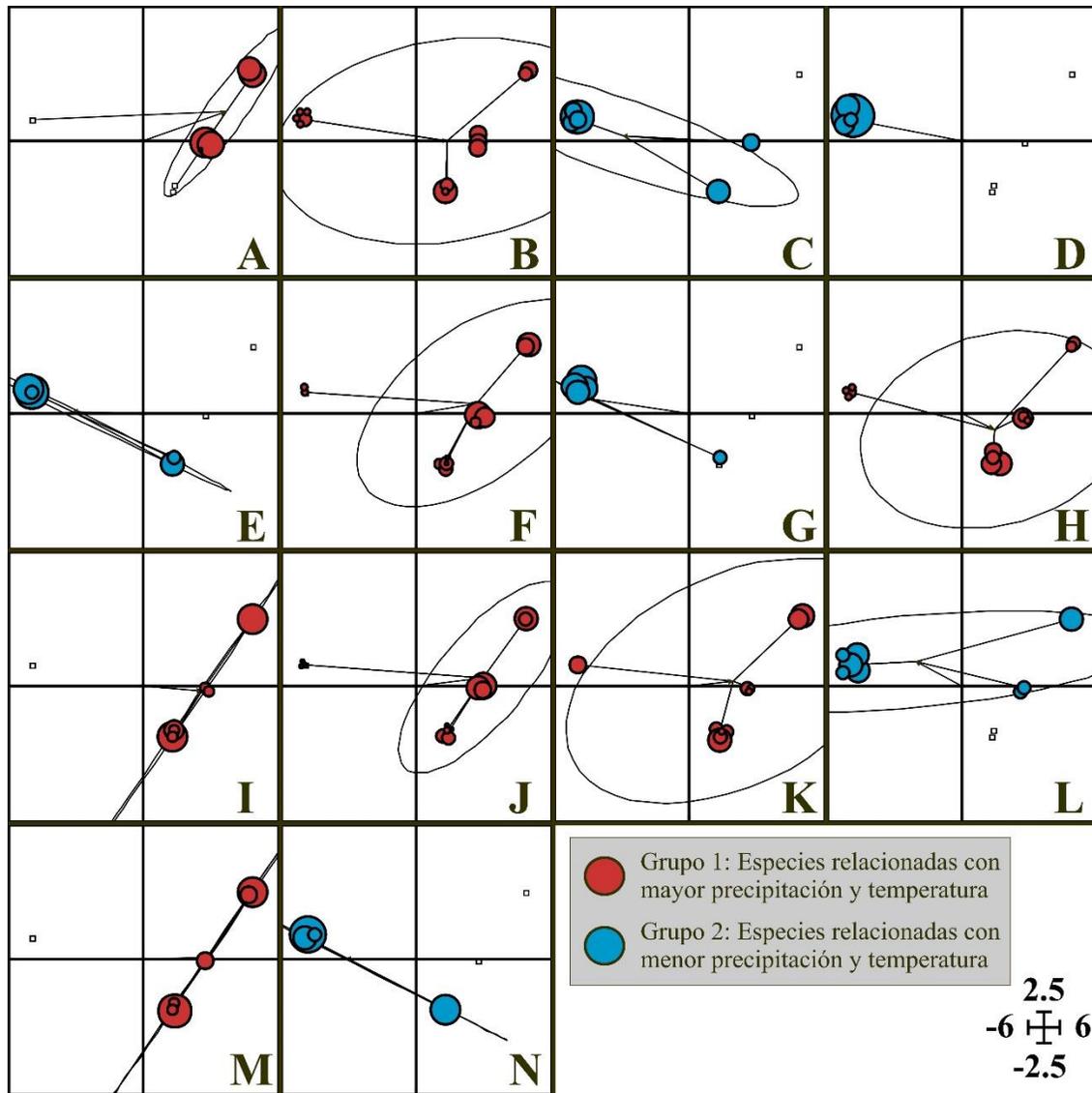


Figura 2. Variación en la abundancia de especies de Chrysomelidae cuya asociación con las variables climáticas fue significativa. A) *Centralaphthona fulvipennis*, B) *Chaetocnema* sp.1, C) *Diabrotica* sp.1, D) *Diachus auratus*, E) *Helocassis crucipennis*, F) *Epitrix* sp.1, G) *Epitrix* sp.3, H) *Longitarsus* sp.1, I) *Longitarsus* sp.5, J) *Margaridisa* sp.1, K) *Monomacra* sp.1, L) *Oulema* sp.1, M) *Syphrea* sp.1, N) *Systema contigua*. Los cuadros pequeños representan los cuadrantes de muestreo (ver Figura 1); los círculos en color representan la abundancia proporcional de la especie en dicha muestra; el elipsoide indica que el 95% de la abundancia total para la especie está contenida dentro del área. La escala indicada es la misma para todas las especies.

CONCLUSIÓN

Las especies de Chrysomelidae en el Cañón de la Peregrina responden de manera significativa a la variación climática histórica en temperatura y precipitación. Dicha influencia es diferente según la especie y además, parece ser consistente con lo que se ha registrado en otros estudios. Se sugiere a *D. auratus* como especie indicadora de baja precipitación y temperatura. Es necesario continuar con la evaluación de estos patrones en otras regiones para designar especies que puedan emplearse como indicadores de las condiciones ambientales, ya sean producto de la variación climática o bien, de la perturbación antropogénica.

Literatura Citada

- Dolédec, S., Chessel, D. and C. Gimaret-Carpentier. 2000. Niche Separation in Community Analysis: A New Method. *Ecology*, 81(10): 2914–2927.
- Flowers, R. W. and P. E. Hanson. 2003. Leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) diversity in eight Costa Rican habitats. Pp. 25–51. In: Furth, D. G. (Ed.). *Special topics in leaf beetle biology. Proceedings of the 5th International Symposium on the Chrysomelidae*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. and A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25: 1965–1978.
- Hirzel, A. H. and G. Le-Lay. 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1372–1381.
- Linzmeier, A. M. and C. S. Ribeiro-Costa. 2008. Seasonality and temporal structuration of Alticini community (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in the Araucaria Forest of Parana, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(2): 289–295.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, 3: 349–361.
- 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.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Barrientos-Lozano, L., Jones, R. W. y F. M. Sandoval-Becerra. 2015. Análisis del nicho ecológico de Cryptocephalinae (Coleoptera: Chrysomelidae) en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas, México. *Entomología mexicana*, 2: 526–532.
- Sandoval-Becerra, F. M., Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Vásquez-Bolaños, M. y J. R. Herrera-Herrera. 2015. Distribución potencial de *Helocassis* Spaeth, 1952 (Chrysomelidae: Cassidinae) en México. *Dugesiana*, 22(2): 121–131.
- 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.