

DIVERSIDAD ESTACIONAL Y VERTICAL DE COLEÓPTEROS (INSECTA: COLEOPTERA) EN LA SIERRA DE GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

Gabriela Medina-Reyes¹, Esteban Jiménez-Sánchez¹ ✉ y Santiago Zaragoza-Caballero²

¹Laboratorio de zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM., Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C. P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México, México.

²Colección Nacional de Insectos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-153, C. P. 04510 CDMX, México.

✉ Autor de correspondencia: estjimsan@gmail.com

RESUMEN. Se estudió la diversidad estacional y vertical de coleópteros del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Coacalco, Estado de México, en una zona de matorral xerófilo con vegetación inducida (eucalipto, cedro, pastizales) y varias problemáticas ambientales debido a la urbanización. Los muestreos se realizaron mensualmente de junio de 2017 a julio de 2018, con trampas de intercepción de vuelo a tres diferentes alturas (0, 1 y 5 m) con tres repeticiones. Se obtuvieron 692 individuos, agrupadas en 31 familias y 132 especies. Scarabaeidae, Staphylinidae, Lathridiidae y Chrysomelidae fueron las más abundantes, juntas agruparon el 67.19 % del total. Curculionidae, Chrysomelidae y Staphylinidae fueron las de mayor riqueza. Se registró una estacionalidad marcada con 84 % de la riqueza y 88 % de la abundancia en las lluvias. En cuanto a la distribución vertical, la altura con mayor abundancia y riqueza promedio fue la de un metro, pero la diversidad fue significativamente mayor a cinco metros. Finalmente, las familias Curculionidae, Staphylinidae y Scarabaeidae son las más comunes en las trampas de intercepción de vuelo, pero es necesario llevar a cabo más estudios en el país para conocer los patrones de distribución vertical del orden Coleoptera.

Palabras clave: TIV, xerófilo, sotobosque, dosel, temporalidad.

Seasonal and vertical diversity of beetles (Insecta: Coleoptera) in the Sierra de Guadalupe, Estate of Mexico, Mexico

ABSTRACT. Seasonal and vertical diversity of Coleoptera from the State Park Sierra de Guadalupe, Coacalco, Mexico State were studied, in xerophytic shrub with induced vegetation (eucalyptus, cedar, grassland) and several ambiental problems due to urbanization. Monthly samplings were carried out between June, 2017 to July, 2018, using flight interception traps located at three different heights (0, 1, and 5 m) with three repetitions. A total of 692 individuals belonging to 31 families and 132 species were captured. Scarabaeidae, Staphylinidae, Lathridiidae and Chrysomelidae were the most abundant, all together grouped the 67.19% of the total. Curculionidae, Chrysomelidae and Staphylinidae had the highest richness. The seasonality was evident with 84% of the richness and 88% of the abundance during rainy season. Regards to vertical distribution, the height with the highest abundance and richness mean was 1 m, but the diversity was significantly more high to 5 m. Finally, the families Curculionidae, Staphylinidae and Scarabaeidae are the most common in the flight interception traps, however is necessary to make more studies in the country so as to known the pattern of vertical distribution of the order Coleoptera.

Key words: Flight interception trap, xerophytic scrub, undergrowth, forest canopy.

INTRODUCCIÓN

Un atributo importante de las poblaciones de escarabajos es su ubicación en el espacio y el tiempo, los patrones de distribución de sus individuos reflejan la respuesta que tienen a condiciones y recursos ambientales, dentro de los factores que contribuyen al proceso de agregación, está la respuesta al microclima (Flota-Bañuelos *et al.*, 2012). Además, estos organismos responden a los cambios ambientales, como el grado de cobertura vegetal, la estratificación vertical, la densidad de la vegetación y el tipo de suelo, influyen en la distribución microespacial de las especies (Escobar y Chacón, 2000). Se ha observado que los coleópteros exhiben una distribución diferencial vertical

de la abundancia y la riqueza, relacionada también con el manejo forestal, el comportamiento y los hábitos alimentarios (Vega-Badillo *et al.*, 2018, Hill y Cermak, 1997, Del Pozo *et al.*, 2011). Además, la precipitación y temperatura se consideran determinantes en su diversidad, observándose una mayor abundancia y riqueza de especies durante los meses con lluvia intensa y temperatura media mensual alta (Delgado *et al.*, 2012). En la República Mexicana son pocos los estudios relacionados con la distribución vertical del orden Coleoptera y en todos ellos la altura a la que se coloca la trampa de intercepción de vuelo y el diseño de las mismas es muy variado, lo cual depende de los objetivos de la investigación y el tipo de vegetación presente (Pedraza *et al.*, 2010, Cordero, 2015 y Vega-Badillo *et al.*, 2018). Por lo que es importante realizar estudios en diferentes ecosistemas del país con un método estandarizado, para tratar de definir un patrón de distribución vertical de las familias de coleópteros. En particular el área de estudio corresponde a un matorral xerófilo que se encuentra dentro del Parque Estatal Sierra de Guadalupe y es un sitio de interés debido a que se encuentra aislado por la urbanización y presenta diversas problemáticas ambientales, como la deforestación, la caza ilegal, los incendios y los asentamientos irregulares. Por lo que en el presente estudio analiza la diversidad estacional y vertical del orden Coleoptera, así como la similitud faunística entre los diferentes estratos.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. Se encuentra dentro del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, ubicado en la zona metropolitana del Valle de México, en el municipio de Coacalco, en la región centro oriental del estado de México. Pertenece a la provincia fisiográfica del eje neovolcánico y a la subprovincia lagos y volcanes de Anáhuac. Está ubicada en la cuenca hidrológica del alto río Pánuco. La sierra tiene un rango altitudinal de 2,300 a 3,000 msnm; el clima corresponde a un templado subhúmedo (INEGI, 2019), con una precipitación total anual de 700 mm. Y una temperatura media anual de 15.6 (SMN, 2019). La vegetación representativa en las zonas bajas de la sierra es el matorral xerófilo, con vegetación inducida (eucalipto, cedro blanco, encino, casuarina y pastizales), en las zonas altas se presenta el bosque de encino y toda la sierra se encuentra rodeada por la zona urbana (INEGI, 2019).

Muestreo. Se realizaron muestreos mensuales durante un año, de junio de 2017 a junio de 2018. Se seleccionaron tres sitios de muestreo (Sitio 1: 19° 36' 27.0'' N, 99° 05' 35.0'' O, 2454 msnm; Sitio 2: 19° 36' 24.6'' N, 99° 05' 33.5'' O, 2471 msnm, sitio 3: 19° 36' 25.9'' N, 99° 5' 30.2'' O, 2502 msnm) en un transecto sobre la ladera norte de la sierra, con una separación de 100 metros y una diferencia altitudinal promedio de 25 metros entre los sitios. En cada punto de muestreo se colocaron tres trampas de intercepción a 0 m, 1 m y 5 m. La primera fue una trampa pitfall, formada por un bote de plástico de 1.5 litros y 17 cm de diámetro enterrado a ras de suelo cubierta por una tapa colocada a 5 cm del borde superior. Las dos últimas, consistieron en dos tiras de pet grueso y un cono del mismo material que en la parte inferior llevaba un recipiente con una mezcla de agua con sal como líquido conservador (Vega-Badillo *et al.*, 2018). Las trampas estuvieron activas siete días cada mes, tres días antes y tres días después de la fase de luna nueva y el material obtenido fue colocado en alcohol al 70 % para su traslado al laboratorio.

Trabajo de laboratorio. El material se separó a morfoespecie y se determinó hasta el nivel taxonómico posible, con claves especializadas tales como: Triplehorn y Johnson (2005), Arnet *et al.* (2001, 2002), Navarrete-Heredia *et al.* (2002) y Delgado *et al.* (2000), y por comparación con ejemplares de la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CAFESI), donde se depositó el material, así como en la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología, UNAM.

Manejo de datos. Se cuantificó el número de individuos (abundancia) y el número de especies (riqueza) para cada sitio, mes y trampa. Para evaluar la eficiencia del muestreo se utilizaron los estimadores ACE y Chao 1 calculados con el programa EstimateS (Colwelly Coddington, 2013). Se calculó la diversidad de Shannon-Wiener y se realizó una prueba *t* de Hutcheson (Magurran, 1989), para comparar entre cada altura de las trampas y épocas del año. Los cálculos se hicieron con el programa Past versión 2.12 (Hammer *et al.*, 2001). Se elaboraron curvas de riqueza y abundancia por mes, además del índice de similitud de Jaccard para comparar la composición de especies entre los estratos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un total de 692 organismos, agrupados en 31 familias y 132 especies. Los estimadores (ACE = 246, Chao1 = 234) sugieren que se obtuvo entre el 53.6 % y 56.4 % de las especies presentes en la zona.

Scarabaeidae, Staphylinidae, Lathridiidae y Chrysomelidae fueron las familias más abundantes, juntas agruparon el 67.19 % del total. Ocho familias estuvieron representadas por un rango de entre diez y 40 organismos, las 19 familias restantes con menos de diez. Las familias con mayor riqueza fueron Curculionidae (20 especies), Chrysomelidae (19) y Staphylinidae (18), las restantes tuvieron menos de diez especies. Las especies más abundantes fueron: *Macrodactylus* sp. (Scarabaeidae) (38.3 %), Lathridiidae sp. (5.9 %) y *Platystethus* sp. (Staphylinidae) (2.4 %), cinco especies tuvieron entre 16 y 11 individuos, las restantes 124 menos de diez.

El 88 % de la abundancia y el 84 % de la riqueza se capturaron durante el período de lluvias, donde también se obtuvo el mayor número de familias con 29, mientras que en la sequía solo se registraron 19. Veintidós especies fueron exclusivas de la sequía, 80 de las lluvias y 29 estuvieron presentes en ambos períodos. Los coleópteros mostraron una estacionalidad marcada con la mayor riqueza y abundancia en el período de lluvias (Fig. 1), y con una diversidad significativamente mayor en la sequía ($H = 3.58$) que en el periodo húmedo ($H = 3.03$) ($t = 4.01$, $P = 0.0000845$).

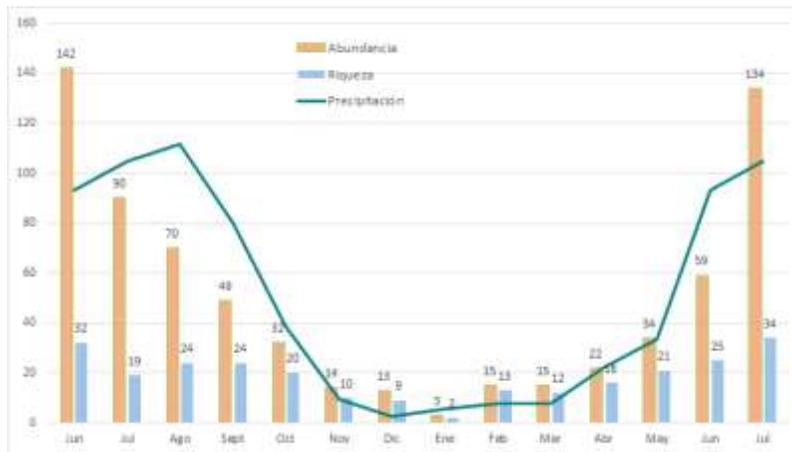


Figura 1. Abundancia y riqueza mensual de las familias capturadas y su relación con la precipitación.

Las familias más abundantes en lluvias fueron Scarabaeidae, Staphylinidae y Chrysomelidae, mientras que en sequía fue Lathridiidae. La familia con mayor riqueza tanto en sequía como en las lluvias fue Staphylinidae, en este último período Chrysomelidae y Curculionidae también tuvieron mayor número de especies, asimismo estas familias fueron las más frecuentes, presentes durante

todo el muestreo, aunque Curculionidae no fue tan abundante; dos familias estuvieron presentes de 12 a 13 meses, siete se registraron de diez a cinco y las 20 restantes en menos de cinco.

En cuanto a la distribución vertical, la altura con mayor abundancia (n) y riqueza (s) promedio fue la de 1 m, (n = 141.3, 107 ± 176; s = 45.3, 41 ± 48) seguida por la de 5 m (n = 70, 45 ± 115; s = 30.3, 24 ± 35) y 0 m (n = 13.3, 12 ± 31; s = 10, 8 ± 13). Scarabaeidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, Lathridiidae y Curculionidae fueron más abundantes a 1 y 5 m, Carabidae dominó a 0 m y Tenebrionidae tuvo una abundancia similar en las tres alturas. Hubo una similitud de 0.25 entre 1 y 5 m, la altura con menor similitud fue la de 0 m. Solamente nueve familias estuvieron presentes en los tres estratos, ocho familias fueron exclusivas de la altura de 1 m y tres a 5 m, las restantes 11 estuvieron distribuidas en dos estratos principalmente entre 1 y 5 m (Cuadro 1).

Cuadro 1. Familias capturadas en trampas de intercepción instaladas en tres diferentes alturas.

Altura	Familias
Exclusivas a 1 m	Coccinelidae, Cucujidae, Dascillidae, Elateridae, Meloidae, Nitidulidae, Ptilodactylidae, Scirtidae.
Exclusivas a 5 m	Anthribidae, Hydrophilidae, Leiodidae.
1 m y 5 m	Cerambycidae, Histeridae, Lampyridae, Melandrydae, Mordellidae, Mycetophagidae, Ptilidae, Ptinidae.
0 m y 5 m	Carabidae.
0 m y 1 m	Anthicidae, Cantharidae.
0 m, 1 m y 5 m	Chrysomelidae, Curculionidae, Clerydae, Lathridiidae, Melyridae, Monotomidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Tenebrionidae.

La diversidad fue significativamente mayor a 5 m ($H' = 3.18$) que a 0 m ($H' = 2.69$, $t = -2.8$, $P = 0.005$) y 1 m ($H' = 2.87$, $t = -2.0$, $P = 0.042$), entre estas últimas no hubo diferencias significativas ($t = -1.09$, $P = 0.27$). La uniformidad (E) fue mayor a 0 m ($E = 0.6418$) seguida por la de 5 m ($E = 0.385$) y la de 1 m ($E = 0.1933$).

El número de familias (31) en el matorral xerófilo de la Sierra de Guadalupe es un valor intermedio comparado con las 50 obtenidas en un bosque mesófilo de montaña (Pedraza *et al.*, 2010), las 48 de un bosque tropical subcaducifolio (Vega-Badillo *et al.*, 2018), las 26 de un bosque tropical caducifolio (Hernández-Camargo *et al.*, 2017) y las 20 de un bosque de encino (Cordero, 2015) utilizando diferentes diseños y altura variable de la colocación de las trampas de intercepción de vuelo.

Las familias más comunes capturadas en las trampas de intercepción de vuelo son Curculionidae, Staphylinidae y Scarabaeidae (Pedraza, 2010, Cordero, 2015, Hernández-Camargo *et al.*, 2017, Vega 2018), de las cuales Curculionidae es de las familias de mayor riqueza capturadas con las trampas de intercepción de vuelo (Pedraza *et al.*, 2010, Cordero, 2015, Hernández-Camargo *et al.*, 2017, Vega-Badillo *et al.*, 2018), dichos patrones también se observaron en el presente estudio.

En cuanto a la estacionalidad, la mayor riqueza y abundancia se obtuvo en la temporada de lluvias, lo cual ha sido observado en otros trabajos (Hernández-Camargo *et al.* 2017, Vega, 2018) por el contrario en un bosque mesófilo de montaña en Hidalgo, Pedraza *et al.* (2010) registraron valores más altos de estos parámetros en la sequía, lo cual se atribuyó a las condiciones particulares de temperaturas moderadas y alta humedad durante todo el año en este tipo de vegetación. La familia con mayor riqueza tanto en sequía como en las lluvias en la Sierra de Guadalupe fue Staphylinidae, que coincide con lo registrado por Vega (2018) en un bosque tropical subcaducifolio.

La trampa instalada a 1 m tuvo la mayor cantidad de especies exclusivas, esto concuerda con lo observado por Cordero (2015) que encontró más especies exclusivas, así como mayor abundancia y riqueza entre el suelo y 1.20 m de altura que por arriba de 2 m en un bosque de encino en Tlaxcala, sin embargo en un bosque tropical subcaducifolio en Jalisco, la mayor riqueza fue en el dosel (9 a 12 m) y la mayor abundancia en el sotobosque (1 m) (Vega, 2018), por lo que no hay un patrón de distribución de estos parámetros.

CONCLUSION

En cuanto a la distribución temporal, la riqueza y la abundancia de coleópteros capturados con trampas de intercepción de vuelo se vieron favorecidas por el periodo de lluvias. La mayor riqueza y abundancia fue a la altura de 1 m y las familias Curculionidae, Staphylinidae y Scarabaeidae fueron las más comunes, aunque es necesario llevar a cabo más estudios en el país con métodos estandarizados para encontrar un patrón de distribución vertical.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado parcialmente por el proyecto Zoología de la División de Investigación y Posgrado de la FES Iztacala, UNAM. A Mónica Copihue Vega Ávila, Raquel Castillo Flores, Daniel G. Torres Millán y Carlos Héctor Morales Espinosa, así como a los guardaparques del Parque Estatal Sierra de Guadalupe por su apoyo durante los muestreos.

Literatura Citada

- Arnett, Jr. R. H. and M. C. Thomas, 2001. *American Beetles. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia, Volume 1*. United States of America: CRC Press. 443 pp.
- Arnett, Jr. R. H., Thomas, M. C., Skelley, P. E. and J. H. Frank. 2002. *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, Volume 2*. America (NY). United States of America: CRC Press. 861 pp.
- Colwell, R. and J. Coddington. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345:101–118.
- Cordero, G. 2015. *Eficiencia de captura de Coleoptera (Insecta) en trampas de intercepción de vuelo en un bosque templado en el estado de Tlaxcala*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. 64 pp.
- Delgado, J. M., Castro-Ramírez, A. E., Morón, M. Á. y L. Ruiz-Montoya. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 28(1): 185–205.
- Delgado, L., Pérez, A. y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 110: 33–87.
- Del Pozo, J., González, E., Cásares, R., Castillo, A. y H. Meneses. 2011. Altura de colocación de trampas de interceptación y su efecto sobre la captura de *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Entomotropica*, 26(1): 39–46.
- Escobar, S. F. y U. P. Chacón. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48(4): 961–975.
- Flota-Bañuelos, C., López-Collado, J., Vargas-Mendoza, M., Pernilla, F., González-Hernández, H. e I. Martínez-Morales. 2012. Efecto de la ivermectina en la dinámica espacio-temporal de escarabajos estercoleros en Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2): 227–239.
- Hammer, E., Harper, D. and D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. 4: 10–50.

- Hernández-Camargo, J. E., Jiménez-Sánchez, E. y J. Padilla-Ramírez. 2017. Actividad diurna y nocturna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) capturados con trampa de intercepción de vuelo en Tonatico, estado de México, México. *Entomología mexicana*, 4: 467–472.
- Hill, C. J. and M. Cermak. 1997. A new design and some preliminary results for a flight intercept trap to sample forest canopy arthropods. *Australian Journal of Entomology*, 36(1): 51–55.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2019. Mapa digital de México. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMAXLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>. (Fecha de consulta: 25-II-2019).
- Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Navarrete-Heredia, J. L., Newton, A. F., Thayer, M. K., Ashe, J. S. y D. S. Chandler. 2002. *Guía ilustrada por los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Ilustred guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of México*. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México. 401 pp.
- Pedraza, M., Márquez, J. y A. J. Gómez. 2010. Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(2): 437–456. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.002.234>.
- SMN (Sistema Meteorológico Nacional). 2019. Normales climatológicas. Estación: 00015022 Chiconautla. Disponible en: <https://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=mex>. (Fecha de consulta: 22-I-2019).
- Triplehorn, C. and N. Johnson. 2005. *Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects*. Seventh Ed. USA: Thomson Brooks/Cole. 881 pp.
- Vega-Badillo, V., Zaragoza-Caballero, S., Moreno, C. e I. Trejo. 2018. Distribución vertical de Coleoptera (Insecta) en un bosque tropical subcaducifolio en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3): 836–84. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2215>.
- Vega, V. 2018. *Diversidad estacional y vertical de Coleoptera (Insecta) en un bosque tropical del pacífico mexicano*. Tesis de maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. 77 pp.