

DIVERSIDAD DE LARVAS DE COLEÓPTEROS (INSECTA: COLEOPTERA) ASOCIADAS A UN BOSQUE DE PINO CON APROVECHAMIENTO FORESTAL EN ZACATLÁN, PUEBLA, MÉXICO

Ulises Hernández-Hernández, Arcángel Molina-Martínez, Agustín Aragón-García✉ y Betzabeth Cecilia Pérez-Torres

Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Calle 14 sur, 6301, Col. San Manuel, Puebla. C. P. 72570, Puebla, México.

✉ Autor de correspondencia: agustin.aragon@correo.buap.mx

RESUMEN. Se estudiaron las larvas de coleópteros asociadas a un bosque de pino con distintos estadios de sucesión vegetal en la localidad del Eloxochitlán en el municipio de Zacatlán, Puebla. Se realizó el muestreo durante el periodo de marzo del 2016 a Febrero del 2017. Para contabilizar las larvas se utilizó el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Programme) que consiste en extraer un monolito de suelo con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 50 cm de profundidad en cuatro sitios distintos: un bosque maduro (BM), bosque intermedio (BI), sitio permanente de investigación (SPIS) y una zona de aprovechamiento (ZA). Se obtuvieron 63 ejemplares pertenecientes a los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Odontotaenius*, *Conoderus*, *Glyptotus*, *Centronopus*, *Agriote*. El BM presentó la mayor abundancia, mientras que la diversidad no fue significativamente distinta entre los cuatro sitios, la ZA fue el sitio que presentó una comunidad con mayor dominancia. Las comunidades con una mayor disimilitud en su composición fueron el BM y la ZA. El manejo antropogénico puede estar asociado a los cambios en la abundancia y la composición de especies de las comunidades de coleópteros evaluadas. Sin embargo, parece no afectar la diversidad local de especies.

Palabras clave: Disturbio antropogénico, Suelo, Taxonomía.

Diversity of beetle larvae (Insecta: Coleoptera) associated to a managed forest in Zacatlán, Puebla, Mexico

ABSTRACT. Coleoptera larvae associated to a pine forest with different stages of plant succession were studied in Eloxochitlán, Zacatlán, Puebla. Sampling was carried out during the period from March 2016 to February 2017. To account for the larvae, the TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Program) method was used to extract a soil monolith measuring 30 cm in length, 30 cm Width and 50 cm depth in four different sites: a mature forest (BM), intermediate forest (BI), conservation area (CA) and a harvest zone (ZA). A total of 63 specimens belonging to the genus *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Odontotaenius*, *Conoderus*, *Glyptotus*, *Centronopus*, *Agriote* were obtained. The BM had the highest abundance, while the diversity was not significantly different among the four sites, ZA presented a community with greater dominance. The communities with a greater dissimilarity composition were the BM and the ZA. Anthropogenic management may be associated with changes in abundance and species composition of beetle communities. However, it does not appear to affect local species diversity.

Keywords: Anthropogenic disturbance, Soil, Taxonomy.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades de bosques de pino, se distribuyen en zonas montañosas con climas que van de frío a templado. Estas comunidades albergan un gran número de macroinvertebrados edáficos (Cutz, 2008). Las larvas de coleópteros que integran la fauna edáfica pueden tener hábitos rizófagos, saprófagos y facultativos, así como asociaciones con termitas y hormigas. En el suelo de estos bosques también se puede encontrar una gran diversidad de otros artrópodos que son base de numerosas funciones clave en las redes tróficas. Para el caso de las larvas de coleópteros, estas ocupan los niveles tróficos de consumidores primarios y secundarios, tanto especialistas como generalistas (Morón y Terrón, 1988).

Los macroinvertebrados que incluyen a las larvas de coleópteros son organismos del suelo muy diversos, forman parte de numerosos procesos en el ecosistema, como la redistribución de materia orgánica, retención de agua, infiltración y drenaje del suelo (Carter *et al.*, 1982). Se sabe que este tipo de organismos habitan en todo tipo de suelo, excepto los antárticos (Morón y Terrón, 1988).

Se ha reconocido la importancia de las larvas de escarabajos (complejo “gallina ciega”) como uno de los grupos principales que dañan al maíz, haba y otros cultivos. Ya que son plagas rizófagas y constituyen un factor que limita la producción al causar daños que generan pérdidas considerables para los productores en sus cultivos (Najera, 1998). Sin embargo, poco se sabe sobre la diversidad de escarabajos del suelo en bosques de pino con aprovechamiento forestal, asimismo son escasos los estudios que evalúan el efecto de los tratamientos forestales sobre este grupo de insectos.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la diversidad alfa y beta de comunidades de larvas de coleópteros en un bosque de pino con distintos estadios de sucesión vegetal a consecuencia del aprovechamiento forestal del que es objeto. Con este objetivo se pretende generar información que aporte a la toma de decisiones sobre el aprovechamiento forestal en la región.

MATERIALES Y MÉTODO

El presente estudio se realizó en el ejido Eloxochitlán, ubicado en el municipio de Zacatlán, Puebla, con las coordenadas 19° 55' 58.6" Norte y 97° 59' 38.4" Oeste a una altitud de 2342 msnm. El muestreo se llevó a cabo una vez al mes entre marzo del 2016 y febrero del 2017. Se seleccionaron cuatro sitios: una zona de conservación (ZC), en la cual el bosque permanece desde hace 20 años sin ningún tipo de disturbio o manejo antropogénico. Un bosque maduro (BM), bosque que tuvo aprovechamiento forestal hace 25 años, presenta condiciones similares a la zona de conservación. Un bosque intermedio (BI) este sitio fue aprovechado hace ocho años. Una zona de aprovechamiento (ZA), en esta zona se realizó la corta y extracción de madera en el año 2015. En cada zona se cavaron cinco monolitos con el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Programme). La superficie de cada uno de los monolitos fue de 30 x 30 cm x 50 cm de profundidad, se cavó un monolito en el centro y a una distancia de 100 cm y tomando como referencia los cuatro puntos cardinales se ubicaron los otros cuatro. Una vez extraídos los monolitos, se colocaron sobre plástico de polietileno negro y en cada uno de ellos se buscaron las larvas de manera manual (Morón y Terrón, 1988). Los individuos recolectados fueron puestos en frascos de plástico con líquido Pampel debidamente etiquetados, posteriormente fueron trasladados al laboratorio de entomología del Centro de Agroecología, del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Las larvas permanecieron en líquido Pampel como líquido fijador durante cinco días y posteriormente fueron colocadas en alcohol al 80 %, para el conteo e identificación con la ayuda de las claves especializadas (Ritcher, 1966).

Para evaluar la integridad de los inventarios se empleó el estimador de riqueza no paramétrico Chao2 con 100 aleatorizaciones con la finalidad de comparar el número de especies encontradas en relación al número de especies pronosticadas por el estimador (Magurran, 2004). Para comparar la diversidad de las comunidades estudiadas se obtuvieron valores de diversidad verdadera basados en los números de Hill (Jost, 2006). Para cada comunidad se obtuvo la diversidad de Shannon (1D), la cual no favorece a las especies raras o dominantes, puesto que cada especie es tomada en cuenta de acuerdo a la abundancia que presenta en la muestra. Como medida de dominancia se tomó la diversidad de Simpson (2D), ya que esta medida le da más peso a las especies más comunes de la muestra. La diversidad beta se analizó a través del índice de Sorensen modificado por Chao, este índice se eligió ya que tiene la ventaja de reducir el sesgo por submuestreo al estimar y compensar las especies compartidas no registradas, toma un valor de 0 cuando las comunidades son completamente disímiles y de 1 cuando comparten todas las especies (Chao *et al.*, 2005).

Asimismo, para ilustrar la disimilitud en la composición de las comunidades se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS por sus siglas en inglés) utilizando la distancia Bray-Curtis. El estimador Chao2 y el índice de Sorensen modificado por Chao se obtuvieron con el software Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013). Los índices de Shannon y Simpson fueron calculados en el programa R utilizando el paquete iNEXT (Chao *et al.*, 2014). El análisis de NMDS fue realizado en el programa PAST 3.15 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 63 ejemplares, pertenecientes a los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Odontotaenius*, *Conoderus*, *Glyptotus*, *Centronopus* y *Agriote*, de las cuales cuatro especies fueron representadas por adultos que se obtuvieron del suelo, estos fueron *Odontotaenius zodiacus* (Truqui, 1857), *Phyllophaga blanchardi* (Arrow, 1933), *Diplotaxis* sp. *Aff tumida* Vaurie, 1960 y *Diplotaxis simplex* Blanchard, 1950; estas especies ya habían sido reportadas previamente para la región por Percino-Figueroa y Morón (2013). La zona con mayor abundancia fue el BM con 27 organismos registrados, seguida por la ZA donde se reportaron 15 larvas, posteriormente la ZC con 14 larvas y por último el BI con tan solo siete. De acuerdo al estimador Chao2, el BI fue el único sitio en el cual se alcanzó menos del 70 % de las especies potenciales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Se muestra la riqueza observada y la estimada de acuerdo al estimador no paramétrico Chao 2.

Sitio	Riqueza Observada	Chao 2(%)
Zona de conservación	7	9.75(72)
Bosque maduro	7	7.92(88)
Bosque intermedio	6	10.58(57)
Zona de aprovechamiento	7	8.83(79)

De acuerdo al índice de Shannon, no existieron diferencias significativas en la diversidad de especies entre los cuatro sitios evaluados (Fig. 1a). Lo anterior debido a que la variación en el número de especies fue mínima, sólo hubo una especie menos en el BI en relación a las tres zonas restantes. El lugar que presentó una mayor dominancia fue la ZA, sin embargo, esta diferencia no fue significativa en relación a las tres áreas restantes (Fig. 1b).

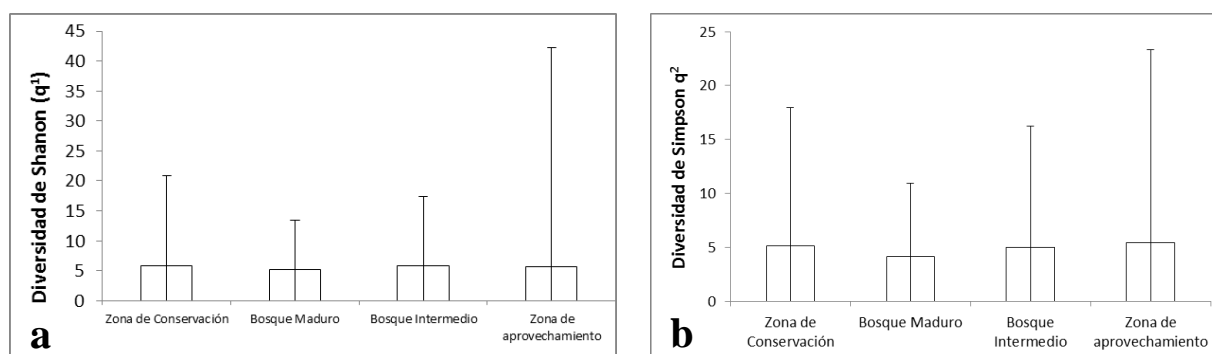


Figura 1. Valores de diversidad para: a) Shannon, b) Simpson en cada sitio de muestreo. Las barras de error indican los intervalos de confianza al 95 %.

De manera similar a lo que reportan García de Jesús *et al.* (2016) en bosques de pino bajo manejo antropogénico, nuestros resultados indican diferencias importantes en la abundancia de las especies en cada sitio, lo que puede señalar que el aprovechamiento forestal puede estar ejerciendo un efecto entre la cantidad de recursos que están disponibles en cada una de las zonas, ya que el bosque

maduro es el área que presenta un menor disturbio y mayor cantidad de organismos registrados ($n = 27$). Contrario a lo que se ha reportado en otros trabajos en ambientes similares (Tapia-Rojas, 2005) el mayor número de individuos fue registrado en ambientes con una cobertura herbácea importante (BM y ZC), lo cual puede señalar que para nuestro área de estudio aspectos como el tipo de suelo o la humedad puedan ser factores con mayor peso para la presencia o ausencia de los organismos evaluados. Aunado a lo anterior Tapia-Rojas (2005), sólo evaluó la respuesta en la familia Melolonthidae, mientras que en este trabajo incluimos a todos los coleópteros que se recolectaron. El hecho de no encontrar una diferencia significativa en la diversidad alfa entre los ambientes evaluados sugiere que probablemente las condiciones de la perturbación permiten que pueda existir un reemplazo dinámico de especies entre los sitios. Es decir que las especies que se pierden por consecuencia del aprovechamiento forestal son sustituidas por especies que pueden adaptarse a condiciones de disturbio y así mantener niveles equiparables de diversidad a nivel local.

El análisis de diversidad beta indicó que las áreas que comparten un menor número de especies son el BM y la ZA, es decir, la zona de menor perturbación en comparación con la de mayor perturbación. La comparación entre los demás pares de sitios indica una alta similitud, con valores entre 0.7 y 0.8 (Cuadro 2). Lo anterior fue corroborado con el NMDS (Fig. 2), ya que en la figura generada a través de este análisis se puede observar que la zona de aprovechamiento presenta una composición distinta a los demás sitios evaluados.

Cuadro 2. Valores del índice de Sorensen modificado por Chao para cada par de sitios evaluados

	Z. Conservación	B. Maduro	B. Intermedio	Z. Aprovechamiento
Conservación				
B. Maduro	0.78			
B. Intermedio	0.877	0.878		
Z. Aprovechamiento	0.801	0.55	0.877	

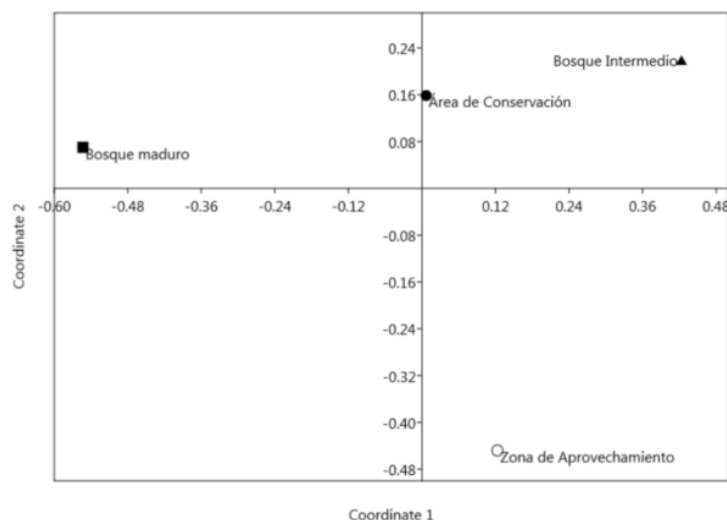


Figura 2. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) entre las comunidades estudiadas. Stress < 0.05

Cambios importantes en la composición de especies de insectos en sitios con disturbio contrastante similares a los que aquí reportamos, han sido registrados para áreas con aprovechamiento forestal en ambientes tropicales (Willott, 1999; Vasconcelos *et al.*, 2000; Willott

et al., 2000; Widodo *et al.*, 2004), en los cuales el aprovechamiento forestal promovió la aparición y el incremento en la abundancia de especies asociadas con hábitats abiertos.

Las diferencias reportadas en la composición de la comunidad de larvas del BM y la ZA se debieron a que dos de las larvas registradas en el BM no fueron observadas en la ZA. Esto puede señalar que estas especies pueden ser menos tolerantes a la perturbación, y que las especies que se reportaron en la ZA pueden catalogarse como especies asociadas a sitios con disturbio.

CONCLUSIÓN

El manejo forestal puede estar asociado a los cambios en la abundancia y la composición de especies de las comunidades de coleópteros evaluadas, al parecer la diversidad local de especies no se ve afectada por este tipo de disturbio. Es necesario hacer más estudios en ecosistemas templados bajo manejo antropogénico para generar medidas de manejo cuyos impactos no produzcan cambios profundos en la diversidad de especies y se promueva el aprovechamiento sustentable de estos ambientes.

Agradecimientos

A los ejidatarios de Eloxochitlán y a la Unión de Ejidos de la Sierra Norte de Puebla por su apoyo en el trabajo de campo. A la VIEP de la BUAP por el apoyo económico a través del proyecto: Diversidad de escarabajos y mariposas en paisajes naturales y bajo manejo antropogénico en la Sierra Norte de Puebla. A dos revisores anónimos por sus sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura Citada

- Carter, J., Heinonen, J., and J. De Vries. 1982. Earthworms and water movement. *Pedobiologia*, 23: 395–397.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. and T. J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology letters*, 8: 148–159.
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K. and A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84: 45–67.
- Colwell, R. K. 2013. Estimates (versión 9.1.0) [Software de cómputo]. Connecticut, USA: Statistical estimation of species richness and shared species from Samples
- Cutz-Pool, L. Q. 2008. Primeros registros sobre colémbolos de composta en México. Pp. 808–812. *In*: E. G. Estrada-Venegas, A. Equihua-Martínez, J. R. Padilla-Ramírez y A. Mendoza-Estrada. (Eds.). *Entomología mexicana* Vol. 7. Colegio de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Entomología, Texcoco, estado de México.
- García de Jesús, S., Moreno, C. E. y M. A. Morón. 2016. Densidad y biomasa de larvas de escarabajos Dynastinae (Coleoptera: Melolonthidae) en un bosque templado con manejo forestal en México. *Entomología mexicana*, 3: 618–625.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363–375.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 264 pp.
- Morón, M. A. y R. Terrón. 1988. *Entomología Práctica*. Instituto de Ecología, A.C., México, 504 pp.
- Nájera-Ricón, M. B. 1998. Diversidad y abundancia del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz de la región templada de Michoacán, México. Pp. 99–106. *In*: M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). *Avances en el estudio de la diversidad, importancia*

- y manejo de los Coleópteros edafícolas americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México
- Percino-Figueroa, S. M y M. A. Morón. 2013. Región Zacatlán. Pp. 189–206. In: M. A. Morón, A. Aragón-García y Carrillo-Ruiz. (Eds.). *Fauna de escarabajos del Estado de Puebla*. Escarabajos Mesoamericanos A.C. Veracruz, México.
- Ritcher, P. O. 1966. White grubs and their allies. *A study of North American Scarabaeoid larvae*. *Studies in Entomology No.4*. Oregon State University Press, Corvallis. 219 pp
- Tapia-Rojas, A. M. 2005. *Estudio de larvas de coleópteros meolóntidos edafícolas en ambientes forestales de Puebla: Su posible uso como bioindicadores*. Tesis Profesional Maestría en Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 63 pp.
- Vasconcelos, H. L., Vilhena, J. M. S. and G. J. A. Caliri. 2000 Responses of ants to selective logging of a central Amazonia forest. *Journal of Applied Ecology*, 37: 508–514.
- Widodo, E. S., Naito, T. Mohamed, M. and Y. Hashimoto. 2004. Effects of selective logging on the arboreal ants of a Bornean rainforest. *Entomological Science*, 7: 341–349.
- Willott, S. J. 1999. The effects of selective logging on the distribution of moths in a Bornean rainforest. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 354: 1783–1790.
- Willott, S. J., Lim, D. C. Compton, S. G. and S. L. Sutton. 2000. Effects of selective logging on the butterflies of a Bornean rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1055–1065.