

ANÁLISIS DE RIQUEZA DE LA ENTOMOFAUNA EPIGEA EN DOS AMBIENTES DIFERENCIALMENTE ANTROPIZADOS EN EL VALLE NOCUPÉTARO-CARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

José Wilfrido Linares-Guillén, Juan Maldonado-Carrizales y Javier Ponce-Saavedra✉

Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz”. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio B4 2º. piso, Ciudad Universitaria. C. P. 58060. Morelia, Michoacán, México.

✉ Autor de correspondencia: pnce.javier0691@gmail.com

RESUMEN. Se estudió el efecto de antropización en el valle Carácuaro-Nocupétaro, Michoacán, usando la entomofauna epigea. Se ubicó un sitio de muestreo en un área con alta actividad antrópica en el municipio de Nocupétaro y otro con vegetación similar a la original del valle (“conservado”), en el municipio de Carácuaro. En cada uno se colocaron 40 trampas de caída en transectos con orientación norte-sur y este-oeste. Se hicieron recolectas estacionales entre junio de 2015 y marzo de 2016. Se colectaron 14,181 ejemplares incluidos en 16 órdenes, 61 familias, 159 géneros, 20 especies y 199 morfoespecies. Se registran por primera vez para el estado de Michoacán 11 familias y 20 géneros. De acuerdo con diferentes estimadores de riqueza, la riqueza registrada representa entre el 91 y el 98 % de la riqueza esperada para el área estudiada. El sitio “conservado” en época de lluvias estuvo mejor representado a nivel morfoespecífico con ≈ 90 % de la riqueza esperada. En Carácuaro se colectaron más ejemplares y Nocupétaro tuvo menor riqueza en familias, géneros y morfoespecies, lo que constituye una evidencia de las actividades antrópicas sobre la entomofauna epigea.

Palabras clave: Riqueza de especies, fauna del suelo, insectos antrópicos, efecto de antropización.

Richness analysis of epigean entomofauna of two environments with difference in antropization degree in the Nocupétaro-Carácuaro valley, Michoacán, Mexico

ABSTRACT. The epigean entomofauna was used for to study the anthropization effect in Nocupétaro-Carácuaro valley in the state of Michoacán. One site was located on high anthropic activity area in the municipality of Nocupétaro and other site with similar vegetation as the original of the valley in the municipality of Carácuaro (“conserved”). 40 “pit fall” traps were fitted in transects with north-south and east-west orientation on each site. We collected 14,181 specimens included in 16 orders, 61 families, 159 genera, 20 species and 199 morphospecies. Of the inventory, 11 families and 20 genera are new records for the state of Michoacán. According to several richness estimators, the recorded richness reaches 91 to 98% of expected richness for the area. The site “conserved” in the rainy season was better represented at the morphospecific level with ≈ 90 % of the expected richness. The “conserved” site (Carácuaro) had more absolute abundance and Nocupétaro had lower richness in families, genera and morphospecies recorded; that is an evidence of the anthropic activities effect on the epigean entomofauna.

Key words: Species richness, soil fauna, anthropic insects, anthropization effect.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un ecosistema importante y complejo, su constante cambio a través del tiempo influye en la vida de los organismos que viven en él (Estrada-Venegas y Moldenke, 2008). La entomofauna epigea está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su ciclo de vida sobre la superficie inmediata del suelo o dentro de él (Lavelle *et al.*, 1992). Este tipo de fauna se puede clasificar de acuerdo con su tamaño corporal, preferencia por hábitat o función específica que desempeñan. De acuerdo con su tamaño se clasifican en: microfauna, mesofauna y macrofauna (Petersen y Luxton 1982, IGAC 1995, Estrada-Venegas y Moldenke 2008).

La macrofauna está constituida por animales que tiene respiración aérea y se mueve activamente sobre y dentro del suelo. Incluye organismos de más de 20 grupos taxonómicos que pueden ser

considerados benéficos o como plagas de cultivos, entre estos, los escarabajos suelen ser los más diversos, aunque en abundancia predominan generalmente las termitas y las hormigas (Fragoso *et al.* 2001). A estos organismos se les ha considerado “ingenieros del ecosistema” o “ingenieros del suelo”, por su habilidad para desplazarse a través del mismo perforando y construyendo estructuras órgano-minerales con propiedades físicas, químicas y microbiológicas específicas, generalmente llamadas estructuras biogénicas, favoreciendo la textura y porosidad del suelo lo que incrementa la aireación, infiltración y almacenamiento del agua (Jones *et al.*, 1994, Jones *et al.*, 1997, Jouquet *et al.*, 2006, Méndez-Montiel y Equihua-Martínez, 2008).

En este proceso hay varias etapas en la que participa la fauna epigea, los insectos particularmente se encargan del “desmenuzamiento” de la materia orgánica triturándola en fragmentos pequeños, otra más es defecada y otros organismos hacen la reintegración total en un proceso continuo que toma tiempo (Moldenke, 2008); en consecuencia, se favorece la formación de sustancias húmicas que permiten el crecimiento vegetal (Stevenson, 1994). Otros se alimentan de hongos o bacterias por lo que pueden considerarse agentes controladores de patógenos (Nakamura *et al.*, 1992, Sabatini e Innocenti, 2001). Por lo anterior, los insectos son parte importante de los ciclos de nutrientes en los ecosistemas del suelo y esenciales en la cadena alimenticia (Seastedt, 1984); ayudando también a conocer indirectamente el grado de materia disponible del suelo, ya que la diversidad y cantidad de insectos permite conocer el grado de conservación de un ecosistema o el grado de intervención antrópica a que ha sido sometida un área (Fernández-Herrera *et al.*, 2011).

El estado de Michoacán ocupa el quinto lugar a nivel nacional en diversidad biológica (Villaseñor, 2005). De acuerdo con Ponce-Saavedra (2005) las especies de insectos conocidas para Michoacán representan apenas el 3.4 % de la biodiversidad del país, destacando los lepidópteros. Recientemente se reportan 275 especies de coleópteros lamelicornios (Deloya *et al.*, 2016) y 175 especies de heterópteros (Báez, 2012).

En el presente trabajo se pretende conocer el efecto de la antropización sobre la comunidad de la entomofauna epigea, por medio de la comparación entre dos sitios con diferente grado de antropización en el valle Carácuaro-Nocupétaro en el estado de Michoacán y en función de ello valorar su calidad como indicador de este tipo de perturbación; además de obtener información sobre el efecto de las lluvias sobre las comunidades en ambos sitios y generar el primer inventario entomofaunístico para la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODO

El valle Carácuaro-Nocupétaro se ubica en las estribaciones meridionales del Sistema Volcánico Transversal y la Depresión del Balsas, entre las coordenadas 19° 01' 46.72" N, 101° 07' 50.07" O y 19° 2' 45.04" N, 101° 09' 08.56" O, y en un rango de altitud de entre 528 y 660 msnm en el oriente del estado de Michoacán (Fig. 1). Se establecieron dos sitios de muestreo, uno en el municipio de Carácuaro con vegetación similar a la que originalmente hubo en el valle (selva tropical caducifolia) y otro en un rancho del municipio de Nocupétaro en el que se desarrollan actividades agrícolas y de pastoreo. En cada sitio se establecieron dos transectos de 100 metros de longitud con forma de “T”, con orientación norte-sur y este-oeste (Fig. 2) en los que se colocaron 40 trampas de caída con 250 ml de una mezcla de alcohol etílico al 75 %, glicerina 10 % y etilenglicol 1 0%, en proporciones 3:1:1 respectivamente.

Las trampas se enterraron a ras del suelo y se ubicaron a 5 m una de otra en áreas con diferentes niveles de cobertura de la vegetación. Se eligió un diseño en “zig-zag” con la finalidad de incrementar el área de influencia de las trampas (Fig. 2) y se dejaron expuestas durante 72 horas. Se hicieron recolectas estacionales entre junio de 2015 y marzo de 2016 y el material colectado se trasladó al Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz” de la Facultad de Biología

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para su separación, identificación, etiquetado y preservación en alcohol etílico 75 %, para integrarse a la colección correspondiente.

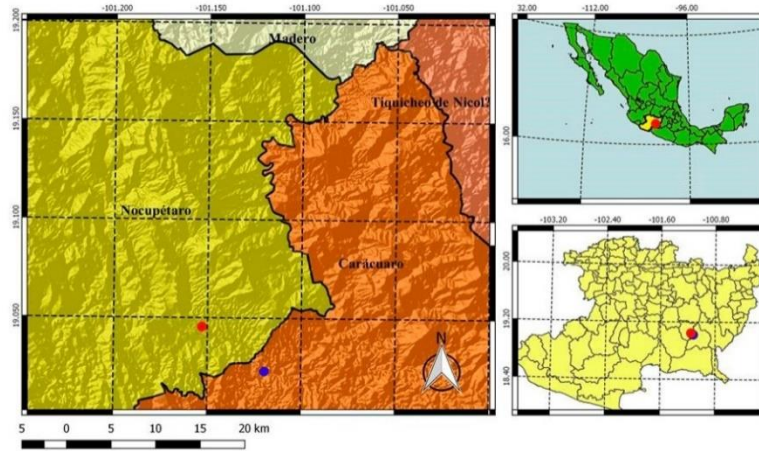


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio. ● Nocupétaro y ● Carácuaro.

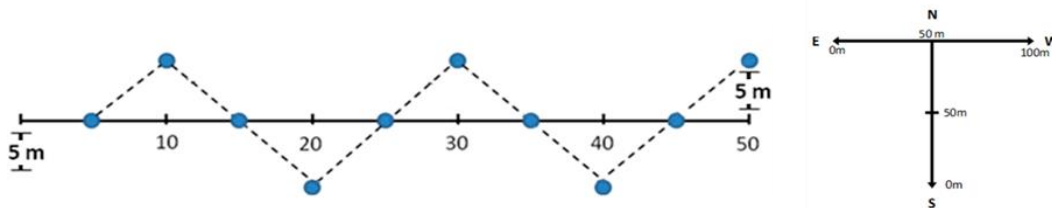


Figura 2. Diseño de “zig- zag”, para la colocación de la trampa de caída y de transecto en “T” según Quijano-Ravell (2008).

Se hicieron análisis de riqueza por género y morfoespecie con los estimadores no paramétricos Chao 2 y Bootstrap; mientras que la rarefacción se utilizó para evaluar el método de captura utilizado en términos de su eficiencia para recuperar la riqueza de las áreas de estudio y deslindar el efecto del área con respecto al tamaño de la muestra (Moreno, 2001). Los análisis se hicieron con el software PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 14,181 ejemplares incluidos en 16 órdenes, 61 familias, 159 géneros y 219 especies/morfoespecies. En Carácuaro se colectaron 3,801 ejemplares (26.8 %) distribuidos en 14 órdenes, 56 familias, 122 géneros y 159 especies/morfoespecies mientras que en Nocupétaro se colectaron en total 10,380 ejemplares (73.2 %) distribuidos en 13 órdenes, 42 familias, 110 géneros y 149 especies/ morfoespecies.

El listado taxonómico representa el primer inventario entomológico en el valle y de acuerdo con el último listado entomológico con que se cuenta para Michoacán (Ponce-Saavedra, 2005), se registran por primera vez 11 familias y 20 géneros pertenecientes a los órdenes Microcoryphia, Thysanura, Phasmatodea, Mantodea, Hymenoptera y Diptera (Cuadro1).

De acuerdo con los estimadores Chao2 y Bootstrap, considerando ambos sitios se deberían haber capturado entre 65 y 67 familias, por lo que se registra un 94 % y 91 % respectivamente con respecto al número de familias esperadas; mientras que, en el nivel de género se esperaban entre 192 y 183 géneros, por lo que se registró entre 82 % y 86 % de lo esperado. Para las morfoespecies

se estimaron 204 con Chao2 y 213 con Bootstrap por lo que se tuvo registro de 98% y 93% de lo esperado, respectivamente.

Cuadro 1. Nuevos registros de familias y géneros para el estado de Michoacán.

Orden	Familia	Subfamilia	Género
Microcoryphia	Meinertellidae		<i>Machiloides</i>
Thysanura	Lepismatidae		<i>Lepisma</i>
Phasmatodea	Pseudophasmatidae		<i>Pseudosermyle</i>
Mantodea	Mantidae	Amelinae	<i>Yersiniops</i>
Hymenoptera	Mutillidae	Sphaerophthalminae	<i>Acrophotopsis</i> <i>Photomorphus</i> <i>Protophotopsis</i> <i>Myrmilloides</i> <i>Myrmosula</i> <i>Morsyma</i>
Diptera	Cecidomyiidae		<i>Catotricha</i>
		Asilidae	<i>Diogmites</i> <i>Promachus</i>
	Phoridae	<i>Dohniphora</i>	
	Chloropidae	<i>Psilacrum</i>	
	Ulidiidae	<i>Acrosticta</i> <i>Notogramma</i>	
	Drosophilidae	<i>Zaprionus</i>	

De acuerdo con los datos obtenidos, la riqueza se modificó por el efecto de la temporada y las estimaciones de riqueza fueron diferentes, lo que refleja que independientemente de que en una localidad se tiene un bosque nativo, con árboles, herbáceas y arbustos disponibles todo el año, al cambiar por un área abierta y mayor abundancia de matorral y plantas herbáceas, se mantiene una estructura suficiente para albergar una riqueza genérica parecida, evidentemente con composición distinta, independientemente de la época del año. Es de resaltar que el esfuerzo de muestreo logró mejor registro de la riqueza esperada según Chao2 y Bootstrap para familias en Nocupétaro-secas; para género en Carácuaro-lluvias, época en la que también fue mejor el registro usando el nivel de morfoespecie. (Cuadro 2). La diferencia en la composición de las comunidades en principio debería atribuirse a las diferencias ambientales entre ellas (Báez, 2013); ya que en Carácuaro se tiene vegetación más

Cuadro 2. Riqueza observada y estimada para familias, géneros y morfoespecies en las localidades de estudio en el valle Carácuaro-Nocupétaro.

Localidad	Época	Estimador	Familia			Género			Morfoespecie		
			Esp.	Obs.	% Reg.	Esp.	Obs.	% Reg.	Esp.	Obs.	% Reg.
Carácuaro	Secas	Chao 2	48	26	55 %	81	56	69 %	102	69	68 %
		Bootstrap	38		68 %	67		84 %	82		84 %
	Lluvias	Chao 2	54	37	68 %	111	86	77 %	151	116	77 %
		Bootstrap	54		68 %	102		84 %	129		90 %
Nocupétaro	Secas	Chao 2	30	21	70 %	80	51	64 %	104	62	60 %
		Bootstrap	29		72 %	61		84 %	74		83 %
	Lluvias	Chao 2	43	28	67 %	110	81	74 %	139	99	71 %
		Bootstrap	42		67 %	96		84 %	118		84 %

Esp. = Riqueza esperada. Obs. = Riqueza observada. % Reg. = Porcentaje registrado.

semejante a la original y en condiciones mejor conservadas lo que favorece que haya mayor complejidad estructural en la comunidad; mientras que en Nocupétaro las condiciones ambientales son más extremas, ya que es muy escasa la vegetación y al ser un área abierta, es más alta la competencia por los recursos (Begon *et al.*, 2006) y las especies con menores niveles de tolerancia que se encontraban en la vegetación original son reemplazadas, como el caso de una especie de *Dorymyrmex* que solo se recolectó en Carácuaro (n = 95); mientras que en el sitio más perturbado de Nocupétaro no se encontró y aparentemente es reemplazada por otra especie del mismo género de hormigas que es exclusiva de este sitio y cuya abundancia es menor (n = 77) lo que sugiere el reemplazo de especies por efecto de la alteración del hábitat.

Las curvas de rarefacción por sitios muestran que el sitio en Nocupétaro se tiene menor riqueza en familias, géneros y morfoespecies a pesar de que se recolectaron más ejemplares. Las curvas de rarefacción, al ser diferentes y considerando los límites de confianza de las estimaciones (Moreno, 2001), muestran que estas diferencias son producto del efecto de sitio y no del tamaño de la muestra (Fig. 3). En los tres niveles taxonómicos analizados, las curvas de rarefacción de Nocupétaro muestran que, con el esfuerzo de muestreo utilizado y la cantidad de ejemplares capturados, la riqueza del sitio en familias y géneros está cerca de estar bien representada; mientras que, en el nivel de morfoespecie, faltaría intensificar el muestreo. Para el sitio en Carácuaro, las tres curvas de rarefacción muestran el inicio de la tendencia hacia la asíntota, lo que indica que el esfuerzo de captura no fue suficiente para tener bien representada la riqueza que se esperaría en esas condiciones de conservación del bosque tropical y debería haber sido mayor el esfuerzo de muestreo (Moreno, 2001) ya que debe haber una riqueza mayor a la colectada (Fig. 3A). El efecto de las actividades antrópicas se refleja en mayores abundancias de los géneros y especies presentes, pero con menor riqueza, especialmente en los niveles taxonómicos de género y morfoespecie. El análisis por épocas refleja el efecto positivo de las lluvias sobre la riqueza, indicando también que se requiere mayor esfuerzo de muestreo para recuperar la riqueza de esta época en ambos sitios (Fig. 3). Sin duda que la presencia de lluvia como una época muy marcada en un clima muy caluroso (Aw), establece diferencias ambientales en la disponibilidad de recursos, favoreciendo la presencia de especies de ciclos cortos y aquellas que se reproducen en lluvias y durante el estiaje se encuentran en fases de desarrollo más resistentes a las condiciones con poca agua.

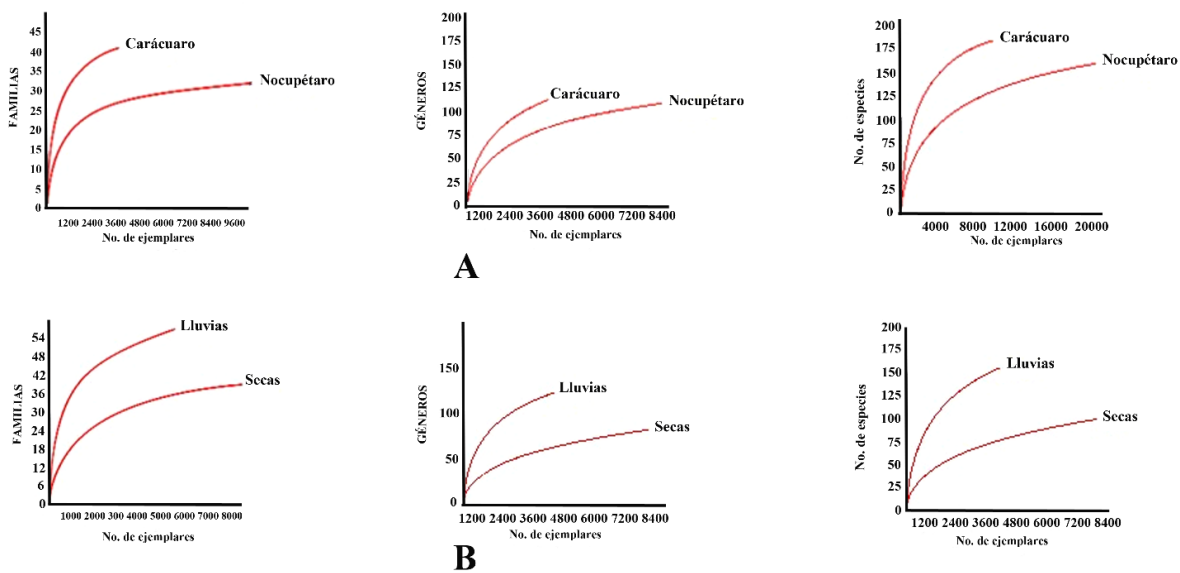


Figura 3. Curvas de rarefacción de familias, géneros y morfoespecies registradas en las localidades (A) y épocas (B).

CONCLUSION

En este trabajo se registran por primera ocasión para el estado de Michoacán 11 familias y 20 géneros de insectos epígeos pertenecientes a los órdenes Microcoryphia, Thysanura, Phasmatodea, Mantodea, Hymenoptera y Diptera.

La riqueza del área de trabajo debería ser mayor en al menos 30 % de la registrada en los niveles taxonómicos de familia, género y especie.

El sitio con actividad antrópica intensa en Nocupétaro tiene menor riqueza, pero mayor abundancia en familias, géneros y morfoespecies que en el sitio mejor conservado de Carácuaro.

El efecto de la época de lluvias se aprecia en un cambio en riqueza y abundancia en los tres niveles taxonómicos trabajados.

Agradecimientos

A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por el apoyo económico para el trabajo en campo. También se agradece a Ana F. Quijano Ravel, Ernestor Oliveros Guzmán, Aminadab Mojica Mariano, Irving Marcha Legorreta, Mario Sosa Toche, Ana Lilia Abeja Rosales por su ayuda en campo. Lorena Ortiz Solís gracias por el mapa. José Luis Delgado Espinoza, gracias por el apoyo en campo y a tu familia por el hospedaje en Carácuaro.

Literatura Citada

- Báez, S. J. 2012. *Hemiptera: Heteroptera de "Las Flores" municipio de Morelia, Michoacán, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 140 pp.
- Begon, M., Townsend, C. R. and J. L. Harper. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4th. Ed. Blackwell Publishing, UK. 738 pp.
- Deloya, C., Ponce Saavedra, J., Reyes, C. P. y L. G. Aguirre. 2016. *Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. Morelia Michoacán, México. SyG Editores, México, 212 pp.
- Estrada-Venegas, E. G. y R. A. Moldenke. 2008. Pp. 1–8. In: E. G. Estrada-Venegas (Ed.). Importancia del suelo como ecosistema. *Fauna del suelo I*. Colegio de postgraduados.
- Fernández-Herrera, C., Combatt-Caballero, E. y H. Rivera-Jiménez. 2011. Algunas características de la entomofauna de suelos sulfatados ácidos en Córdoba, Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3): 461–470.
- Fragoso, G. C., Reyes-Castillo, P. y P. Rojas. 2001. La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, No. especial 1: 1–10.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1–9.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1995. *Suelo de Colombia, origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Subdirección de Agroecología, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 633 pp.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. Pp. 373–386. In: F. B. Samson and F. L. Knopf (Eds.). *Ecosystem Management*. Springer. New York.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. and M. Shachak. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology*, 78: 1946–1957. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1946:PANE00\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1946:PANE00]2.0.CO;2).
- Jouquet, P., Dauber, J., Lagerlo, J., Lavelle, P. and M. Lepage. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied soil ecology*, 32(2): 153–164. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.07.004>.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Spain, A. V. and S. Martin. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Pp.157–185. In: *Myths and Science of Soils in the Tropics*. SSSA Special Publication, Madison. 29.

- Méndez-Montiel, J. T. y A. Equihua-Martínez 2008 Influencia benéfica de los termes (Isoptera) en los suelos. Pp. 126–132 In: E. G. Estrada-Venegas (Ed.). *Fauna del suelo I*. Colegio de postgraduados.
- Moldenke, A. R. 2008. Papeles funcionales de los artrópodos del suelo: un cambio fundamental del conocimiento. Pp. 9–21. In: E. G. Estrada-Venegas (Ed.) *Fauna del suelo I*. Colegio de postgraduados
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Nakamura, Y., Matsuzaki, I. and J. Itasura. 1992. Effect of grazing by *Sinella curviseta* (Collembola) on *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* causing cucumber disease. *Pedobiologia*, 36: 168–171
- Quijano-Ravell, A. F. 2008. Diversidad aracnofaunística en dos tipos de vegetación de la Sierra de los Agustinos, municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. Pp. 369–374. 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 A. C. Texcoco, estado de México.
- Peterson, H and M. Luxton. 1982. A comparative analysis of soil fauna and their role in decomposition processes. *Oikos*, 39(3): 287–388. DOI: [10.2307/3544689](https://doi.org/10.2307/3544689).
- Ponce-Saavedra, J. 2005. Insectos y Arácnidos. Pp. 90–94 In: G. L. E. Villaseñor (Ed.). *La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, UMSNH. México.
- Sabatini, M. A. and G. Innocenti. 2001. Effects of Collembola on plant-pathogenic fungus interactions in simple experimental systems. *Biology and Fertility of Soils*, 33(1): 62–66. <https://doi.org/10.1007/s003740000290>.
- Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual review of entomology*, 29: 25–46 pp. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.29.010184.000325>.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus chemistry, genesis, composition, reactions*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York U.S.A. 496 pp. <https://doi.org/10.1023/A:1016125726789>.
- Villaseñor, G. L. E. 2005. Introducción. Pp. 15–20. In: Villaseñor, G. L. E. (Ed.). *La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. UMSNH México.