



ARTÍCULO CIENTÍFICO

INFLUENCIA DE LA ANTROPIZACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE INSECTOS EPIGEOS EN EL NIVEL TAXONÓMICO DE GÉNERO, EN EL VALLE NOCUPÉTARO-CARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

José Wilfrido Linares-Guillén¹
Ricardo M. Pérez-Munguía²
Javier Ponce-Saavedra²✉

¹ Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
willygreenhouse@gmail.com

² Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz”. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
pmunguiaricardo@gmail.com;

✉ javier.ponce@umich.mx

^{1,2} Gral. Francisco J. Múgica S/N, Edificio B4 2º. piso, Ciudad Universitaria, C. P. 58060. Morelia, Michoacán, México.

Folia Entomológica Mexicana (nueva serie), 6(2): 35-46, 2020.

Recibido: 27 de marzo 2020

Aceptado: 30 de julio 2020

Publicado en línea: 31 de agosto 2020

INFLUENCIA DE LA ANTROPIZACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE INSECTOS EPIGEOS EN EL NIVEL TAXONÓMICO DE GÉNERO, EN EL VALLE NOCUPÉTARO-CARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

Influence of the anthropization on diversity of epigeal insects at taxonomic level of genus in the Nocupétaro-Carácuaro valley, Michoacán, México

José Wilfrido Linares-Guillén¹, Ricardo M. Pérez-Munguía² y Javier Ponce-Saavedra^{2*}

¹Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz”, Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*Autor de correspondencia: javier.ponce@umich.mx

RESUMEN. En el valle Carácuaro-Nocupétaro, Michoacán, se analizó la diversidad de la entomofauna epigea usando el nivel taxonómico de género en dos sitios con grado diferencial de antropización. En el valle se presenta alta actividad antrópica en el municipio de Nocupétaro donde se ubicó un sitio de muestreo (“perturbado”); mientras que en el municipio de Carácuaro se localizó un área con vegetación similar a la que originalmente había en el valle donde se ubicó otro sitio de muestreo (“conservado”), estableciendo así un contraste entre un sitio con actividades antrópicas tales como la ganadería y la agricultura, uno de ellos con mayor grado de conservación. En cada sitio, se colocaron 20 trampas de caída en transectos con orientación norte-sur y este-oeste, totalizando 40 trampas por sitio. Se hicieron recolectas estacionales entre junio de 2015 y marzo de 2016. Se colectaron 14,181 ejemplares incluidos en 16 órdenes, 61 familias y 165 géneros. Al medir la diversidad con el índice de Shannon-Wiener, se obtuvieron valores relativamente pequeños por el efecto de la abundancia de las hormigas. Al estimar la diversidad sin las abundancias de las hormigas los valores fueron mayores que cuando no se consideraron; sin embargo, con y sin hormigas el sitio “conservado” tiene mayor diversidad de acuerdo con la diferencia estadística obtenida con la prueba de t modificada por Hutcheson ($P < 0.0001$). Entre temporadas, la de lluvias tuvo mayor diversidad ($P < 0.0001$) y considerando los sitios, la diversidad fue mayor en el “conservado” en ambas épocas del año ($P < 0.0001$). La similitud entre sitios medida con el índice de Jaccard y el de Bray-Curtis fue de $\approx 43\%$ con hormigas; mientras que al remover las hormigas de $\approx 40\%$. La antropización por actividades agrícolas y de pastoreo provocan cambios en la composición y estructura de las comunidades de insectos epigeos, reflejándose en cambios importantes en la composición genérica, diversidad y dominancia en las comunidades; mientras que estacionalmente, la época de lluvias genera mayor diversidad en ambos sitios.

Palabras clave: Riqueza de géneros, fauna del suelo, biodiversidad, similaridad.

ABSTRACT. In the Carácuaro-Nocupétaro valley in the state of Michoacán, the diversity of the epigeal entomofauna was analyzed in two sites with a differential degree of anthropization using genus as the taxonomic level. In the valley, in the municipality of Nocupétaro, there is high anthropic activity where the sampling site was placed (“disturbed”); whereas in the municipality of Carácuaro the sampling location was in an area with similar to the original vegetation (“preserved”); thus establishing a contrast between a site with of anthropic activities such as livestock and agriculture compared with a relatively preserved site. At each site, 20 pit-fall traps were placed in north-south and east-west oriented transects until accumulate 40 traps per site. Seasonal collects were made between June 2015 and March 2016. The traps captured 14,181 specimens included in 16 orders, 61 families and 159 genera. With the Shannon-Wiener index relatively small values of diversity were obtained while the values increased when the ants were removed; however, the statistically significant differences obtained with the t test modified by Hutcheson were retained: among sites the “preserved” has diversity value major than the “disturbed” site ($P < 0.0001$). Comparing seasons, the highest diversity was measured in the rainy season ($P < 0.0001$). The comparison for sites showed that the “preserved” site was more diverse than “disturbed” in both seasons ($P < 0.0001$). The measured similarity with Jaccard and Bray-Curtis index was $\approx 43\%$ including ants while when these were removed the index was $\approx 40\%$. Anthropization by agricultural and grazing activities cause changes in the composition and structure of epigeal insect communities, reflecting on major changes in generic composition, diversity, and dominance in communities; while seasonally, the rainy season generates greater diversity at both sites.

Keywords: Genera richness, Soil fauna, biodiversity, similarity.

INTRODUCCIÓN

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 del mismo (Lavelle *et al.*, 1992). Este tipo de fauna se puede clasificar de acuerdo con su tamaño corporal, preferencia por hábitat y actividades en: microfauna, mesofauna y macrofauna (Peterson y Luxton, 1982; IGAC, 1995; Estrada-Venegas y Moldenke, 2008). La macrofauna está constituida por animales que tienen respiración aérea y se mueven activamente sobre y dentro del suelo. Incluye organismos de más de 20 grupos taxonómicos, entre estos, los escarabajos suelen ser los más diversos, aunque en abundancia predominan generalmente las termitas y las hormigas (Fragoso *et al.*, 2001). Por su habilidad para desplazarse a través del suelo modifican la textura y porosidad del suelo incrementando 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).

La fauna epigea, por las especializaciones funcionales en el uso de la materia orgánica y su reincorporación al suelo en un proceso continuo (Moldenke, 2008), favorece la formación de sustancias húmicas que permiten el crecimiento vegetal (Stevenson, 1994). Por lo anterior, los insectos son parte importante de los ciclos de nutrientes y esenciales en la cadena alimenticia del suelo (Seastedt, 1984).

Por otro lado, la diversidad y cantidad de insectos que viven en y sobre el suelo 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).

De acuerdo con Ponce-Saavedra y Castillo-Víctor (2019) las especies de insectos conocidas para Michoacán representan apenas el 3.4 % de la biodiversidad del país; destacan los lepidópteros, los coleópteros (Deloya *et al.*, 2016), (Zamora-Vuelvas *et al.*, 2019) y los heterópteros (Báez Santacruz, 2013; Báez-Santacruz y Cervantes-Peredo, 2019).

En el presente trabajo se pretende conocer el efecto de la antropización sobre diversidad 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio 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 (Figura 1); clima seco con lluvias en verano, temperatura media anual de 20 °C y fluctuación promedio entre 19.7 a 33.4 °C (INAFED, 2020).

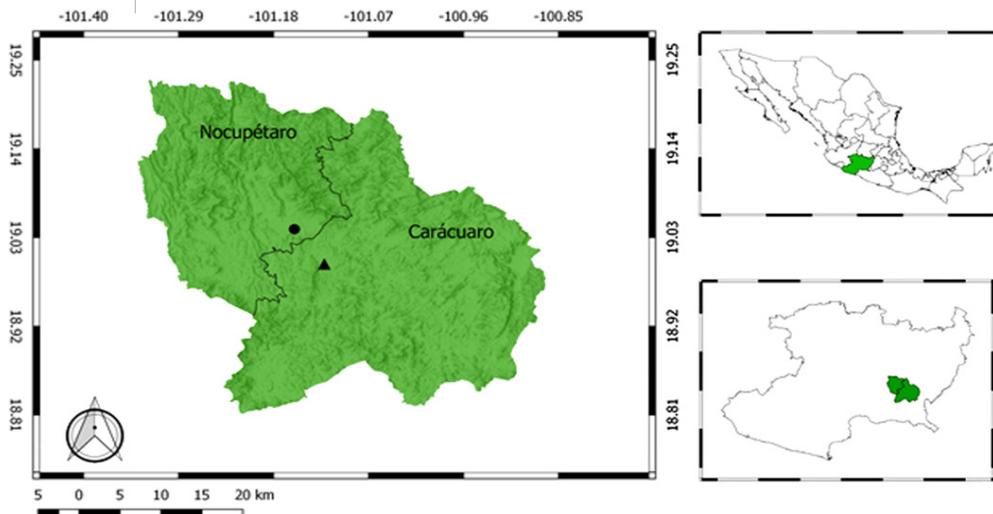


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio. ● Nocupétaro y ▲ Carácuaro.

La vegetación original de la zona como en la mayor parte de la Depresión del Balsas, es el bosque tropical deciduo, el cual se caracteriza por la presencia de varias especies de copales (*Bursera* spp.), además de especies como la “chupandía” (*Cyrtocarpa procera* Kunth), “tepeguaje” (*Lysiloma* spp.), “bonete” (*Jacaratia mexicana* (A. DC.)), cazahuate (*Ipomoea* spp.), clavelina (*Pseudobombax palmeri* (S. Watson)), el colorín (*Erithryna* spp.) y “pochote” (*Ceiba aesculifolia* (Kunth)). También abundan las leguminosas como *Lysiloma divaricata* (Jacq.), el “guayacán” (*Conzattia multiflora* (B.L. Rob.) Standl.) y “huizaches” (*Acacia* spp.), entre otras. En la zona conservada aún se encuentra el nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), la guayaba (*Psidium guajava* L.) y la ciruela (*Spondias mombin* L.) (CONABIO, 2020). En el sitio “conservado” (Carácuaro), aún se encuentran varias de estas especies; mientras que en el “perturbado” (Nocupétaro), hay amplias zonas de pastizales para ganado y varios tipos de cultivos entre los que sobresalen el “cahuate bola” (*Arachis hypogaea* L.) y la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.).

Se establecieron dos sitios de muestreo, uno en el municipio de Carácuaro con vegetación similar a la que originalmente hubo en el valle 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 formando una “T”, con orientación norte-sur y este-oeste (Figura 2). En cada sitio se colocaron trampas de caída con 250 mL de una mezcla de alcohol etílico al 75 %, glicerina 10 % y etilenglicol 10 %, en proporciones 3:1:1 respectivamente. Las trampas se ubicaron a cinco metros de distancia entre una de otra cubriendo áreas con

diferentes niveles de cobertura de la vegetación y en un diseño en “zig-zag” con la finalidad de incrementar el área de influencia de las trampas (Figura 2). La exposición fue de 72 horas 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, etiquetado y preservación e integrarse a la Colección de Insectos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana (CIFBUM).

Para la identificación, se utilizó un microscopio estereoscópico STEMI DV4® (de Carl Zeiss®) y las claves taxonómicas para familias de Triplehorn y Johnson (2005). Para géneros, se utilizó la siguiente literatura especializada: Orthoptera, Blattodea, Isoptera y Dermaptera (Helfer, 1972); Termitidae (Nickle y Collins, 1988), (Constantino, 2002); Hemiptera: Heteroptera (Slater y Baranowski, 1978), Cicadellidae (Dietrich, 2005); Carabidae (Choate, 2001), (Ball y Bousquet, 2001); Elateridae (Johnson, 2002), (Martínez Luque, 2014); Histeridae (Kovarík y Caterino, 2002); Staphylinidae (Newton *et al.*, 2001), (Navarrete Heredia *et al.*, 2002); Phengodidae (O’Keefe, 2002), (Zaragoza-Caballero y Pérez-Hernández, 2014); Geotrupidae (Jameson, 2002); Ochodaeidae (Carlson, 2002); Scarabaeidae (Deloya y Morón, 1994), (Delgado Castillo *et al.* 2000), (Ratcliffe *et al.*, 2002), (Deloya *et al.*, 2016); Nitidulidae (Habeck 2002), (Hernández, 2013); Mordellidae (Jackman y Lu 2002); Tenebrionidae (Aalbu *et al.*, 2002), (Doyen, 1988); Meloidae (Pinto y Bologna, 2002); Anthicidae (Chandler, 1977, 2002); Chrysomelidae (Riley *et al.*, 2002); Curculionidae (Anderson, 2002); Hymenoptera (Goulet y Huber, 1993); Formicidae (Mackay y Mackay, 1989), (Escalante-Jiménez *et al.*, 2006); Pompilidae

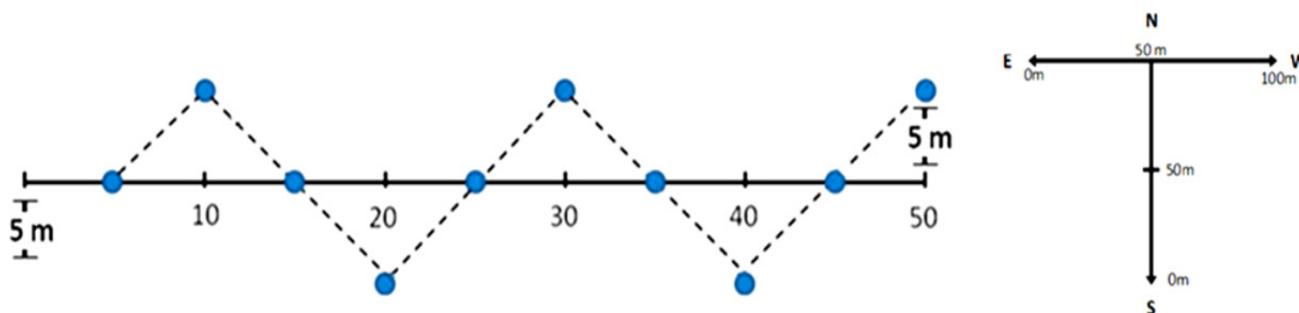


Figura 2. Diseño de “zig-zag”, para la colocación de trampas de caída en transectos en “T” según Quijano-Ravell (2008).

(Evans, 1966), (Vardy, 2000); Bethyridae (Polaszek y Krombein, 1994), (Terayama, 2003); Sphecidae (Parker, 1962); Mutillidae (Manley y Pitts, 2002); Diptera (Brown *et al.*, 2009; 2010); Microcoryphia (Bowser, 2012).

En este trabajo se utilizó el nivel taxonómico de género, a fin de incluir todos los grupos de insectos recolectados, ya que, para hacer identificación específica, en muchos casos no es posible y el desbalance taxonómico causa problemas analíticos; por otro lado, el objetivo de ofrecer información sobre grupos biológicos indicadores de la perturbación antrópica será más factible sea útil usando el nivel taxonómico de género.

Se hicieron análisis de diversidad alfa utilizando el índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad (J') y el índice de dominancia de Simpson y la similitud entre sitios con el índice binario de Jaccard que establece diferencias debidas a la composición

de especies y además el índice de Bray-Curtis, usando datos de abundancia, para ver el efecto de la proporción de ejemplares capturados (Moreno, 2001). Se hizo comparación de sitios y entre época de secas y la de lluvias. Los contrastes estadísticos se probaron con la T modificada por Hutcheson para diferencias entre valores del índice de Shannon-Wiener y $P < 0.05$ (Zar, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 12,793 ejemplares incluidos en 16 órdenes, 61 familias y 159 géneros. En el sitio conservado (Carácuaro), se colectaron 3,780 ejemplares (29.54 %) distribuidos en 14 órdenes, 56 familias y 122 géneros mientras que, en el sitio perturbado (Nocupétaro), se colectaron 9,138 ejemplares (71.46 %) distribuidos en 13 órdenes, 42 familias y 110 géneros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de órdenes, familias y géneros registrados en el Valle Nocupétaro-Carácuaro, Michoacán, México.

Orden	Familia	Género	Orden	Familia	Género
Microcoryphia	Meinertellidae	<i>Machiloides</i>	Hemiptera	Aradidae	<i>Mezira</i>
		<i>Neomachilellus</i>		Reduviidae	<i>Zelus</i>
		<i>Pedetontus</i>		Nabidae	<i>Pagasa</i>
Thysanura	Lepismatidae	<i>Lepisma</i>	Pentatomidae	<i>Acrosternum</i>	
Orthoptera	Acrididae	<i>Tomonotus</i>	Cydniidae	<i>Acantholomidea</i>	
		<i>Goniatron</i>			
		<i>Coriana</i>			
		<i>Paroxya</i>			
		<i>Sphenarium</i>			
	Tetrigidae	<i>Paratettix</i>	Rhyparochromidae	<i>Myodocha</i>	
		<i>Tettigidea</i>	Rhopalidae	<i>Jadera</i>	
	Tettigonidae	<i>Conocephalus</i>	Epipygidae	<i>Epipyga</i>	
	Rhaphidophoridae	<i>Udeopsylla</i>	Membracidae	<i>Poppea</i>	
	Gryllidae	<i>Anurogryllus</i>	Cicadellidae	<i>Neonirvana</i>	
	<i>Gryllus</i>		<i>Lendra</i>		
Phasmatodea	Pseudophasmatidae	<i>Pseudosermyle</i>	Thysanoptera	Thripidae	ND
Embiidina	Anisembiidae	<i>Mesembia</i>	Coleoptera	Carabidae	<i>Dyschirius</i>
					<i>Carabus</i>
					<i>Pasimachus</i>
					<i>Evarthrus</i>

Cuadro 1 (continuación). Listado de órdenes, familias y géneros registrados en el Valle Nocupétaro-Carácuaru...

Orden	Familia	Género	Orden	Familia	Género	
Blattodea	Termitidae	<i>Tenuirostritermes</i>			<i>Pterostichus</i>	
		<i>Gnathamitermes</i>			<i>Phloeoxena</i>	
Mantodea	Mantidae	<i>Yersiniops</i>			<i>Selenophorus</i>	
Blatodea	Corydiidae	<i>Eremoblatta</i>			<i>Clivina</i>	
		<i>Ischnoptera</i>			<i>Piesmus</i>	
Hemiptera	Gelastocoridae	<i>Nerthra</i>			<i>Chlaenius</i>	
	Lygaeidae	<i>Ligyrocoris</i>			<i>Brachinus</i>	
		<i>Nysius</i>			<i>Cicindela</i>	
		<i>Paranomius</i>			<i>Megacephala</i>	
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Neacoryphus</i>		Histeridae	<i>Hypopaccus</i>	
		<i>Homaeotarsus</i>			<i>Hololepta</i>	
		<i>Paederus</i>		Buprestidae	<i>Chrysobothris</i>	
		<i>Eulissus</i>		Nitidulidae	<i>Colopterus</i>	
		<i>Philonthus</i>			<i>Stelidota</i>	
		<i>Osorius</i>			<i>Lobiopa</i>	
		<i>Ambodina</i>		Mordellidae	<i>Mordella</i>	
		<i>Octavius</i>		Tenebrionidae	<i>Trichiasida</i>	
		<i>Sciotrogus</i>			<i>Araeoschizus</i>	
		<i>Oxytelus</i>			<i>Trichoton</i>	
		<i>Mycetoporus</i>			<i>Conibius</i>	
		<i>Coproporus</i>			<i>Tribolium</i>	
		<i>Ischnosoma</i>			<i>Blapstinus</i>	
		Elateridae	<i>Cardiophorus</i>			<i>Anaedes</i>
			<i>Conoderus</i>			<i>Helops</i>
	<i>Melanotus</i>				<i>Statira</i>	
	Phengodidae	<i>Anchantus</i>			<i>Phaleria</i>	
		<i>Distremocephalus</i>			<i>Lystronichus</i>	
	Geotrupidae	<i>Bolbelasmus</i>		Meloidae	<i>Epicauta</i>	
	Ochodaeidae	<i>Paracodaedus</i>		Anthicidae	<i>Mecynotarsus</i>	
	Scarabaeidae	<i>Ataenius</i>			<i>Tanarthrus</i>	
		<i>Ataeniopsis</i>			ND	
		<i>Tomarus</i>		Cerambycidae		
		<i>Hemiphileurus</i>		Chrysomelidae	<i>Agroiconota</i>	
		<i>Diplotaxis</i>			<i>Zygogramma</i>	
		<i>Phyllophaga</i>			<i>Leptinotarsa</i>	
		<i>Paranomala</i>			<i>Chaetocnema</i>	
				<i>Disonycha</i>		

Cuadro 1 (continuación). Listado de órdenes, familias y géneros registrados en el Valle Nocupétaro-Carácuaro...

Orden	Familia	Género	Orden	Familia	Género
		<i>Canthon</i>			<i>Centralaphthona</i>
		<i>Digitonthophagus</i>			<i>Callosobru-chus</i>
		<i>Phanaeus</i>		Curculionidae	<i>Sitona</i>
		<i>Euoniticellus</i>			<i>Pseudocentrinus</i>
		<i>Onthophagus</i>			<i>Conotrachelus</i>
					<i>Xyleborus</i>
					<i>Cossonus</i>
Neuroptera	Myrmeleonti-dae	ND	Trichoptera	Phryganeidae	ND
Hymenoptera	Sphecidae	<i>Dryudella</i>	Lepidoptera	Hepialidae	ND
	Bethylidae	<i>Bethylus</i>		Saturniidae	ND
		<i>Acephalonomia</i>		Noctuidae	<i>Ascalapa</i>
	Tiphidae	<i>Thipia</i>	Diptera	Cecidomyiidae	<i>Catotricha</i>
		<i>Paratiphia</i>		Asilidae	<i>Diogmites</i>
	Mutillidae	<i>Acrophotopsis</i>			<i>Promachus</i>
		<i>Photomorphus</i>		Phoridae	<i>Dohrniphora</i>
		<i>Protophotopsis</i>		Chloropidae	<i>Psilacrum</i>
		<i>Myrmilloides</i>		Ulidiidae	<i>Acrosticta</i>
		<i>Myrmosula</i>			<i>Notogramma</i>
		<i>Morsyma</i>		Drosophilidae	<i>Zaprionus</i>
	Pompillidae	<i>Pepsis</i>	Microcoryphia	Meinertellidae	<i>Machiloides</i>
		<i>Tastiotenia</i>			<i>Neomachilellus</i>
		<i>Tachypompilus</i>			<i>Pedetontus</i>
		<i>Allochares</i>	Thysanura	Lepismatidae	<i>Lepisma</i>
	Apidae	<i>Apis</i>	Phasmatodea	Pseudophasmatidae	<i>Pseudosermyle</i>
	Formicidae	<i>Dorymyrmex</i>	Mantodea	Mantidae	<i>Yersiniops</i>
		<i>Camponotus</i>	Hymenoptera	Mutillidae	<i>Acrophotopsis</i>
		<i>Cephalotes</i>			<i>Photomorphus</i>
		<i>Pheidole</i>			<i>Protophotopsis</i>
		<i>Trachymyrmex</i>			<i>Myrmilloides</i>
		<i>Crematogaster</i>			<i>Myrmosula</i>
		<i>Leptothorax</i>			<i>Morsyma</i>
		<i>Atta</i>	Diptera	Cecidomyiidae	<i>Catotricha</i>
		<i>Aphaenogaster</i>		Asilidae	<i>Diogmites</i>

Cuadro 1 (continuación). Listado de órdenes, familias y géneros registrados en el Valle Nocupétaro-Carácuaró...

Orden	Familia	Género	Orden	Familia	Género
		<i>Mycetosoritis</i>			<i>Promachus</i>
		<i>Adelomyrmex</i>		Phoridae	<i>Dohrniphora</i>
		<i>Solenopsis</i>		Chloropidae	<i>Psilacrum</i>
		<i>Oligomyrmex</i>		Ulidiidae	<i>Acrosticta</i>
		<i>Leptogenys</i>			<i>Notogramma</i>
		<i>Odontomachus</i>		Drosophilidae	<i>Zaprionus</i>
		<i>Pseudomyrmex</i>			
		<i>Nomamyrmex</i>			

El valor de diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener que consideró ambos sitios fue de 2.128 incluyendo hormigas y de 3.69 sin ellas. La diversidad estimada se ve afectada por la dominancia de las hormigas, por lo que se decidió hacer las comparaciones sin hormigas, considerando que reflejan de mejor manera la diversidad real del área. En general, el sitio con vegetación similar a la original tuvo mayor diversidad que el perturbado por las actividades antrópicas, tanto en la época de lluvias como en secas. En ambos sitios, la época de lluvias es más diversa ($P < 0.0001$) (Cuadro 2). La diferencia se explica con la composición genérica, ya que ésta responde principalmente a la diferencia en cobertura vegetal, la cual, en el sitio conservado al ser más parecida a la vegetación original, conserva una estructura de las comunidades entomofaunísticas similar al sistema natural, ofreciendo condiciones ambientales que soportan relaciones más complejas. En contraste, en el sitio perturbado, queda solo un remanente de la cobertura vegetal original y es evidente la abundancia de pastizales para alimento de ganado; así como la siembra de cultivos temporales, lo que genera disponibilidad de recursos que en el otro sitio eran casi inexistentes, como son los excrementos del ganado y las áreas amplias con pastos. Estas condiciones favorecen la presencia de escarabajos estercoleros; así como el incremento en abundancia de las hormigas, a costa de disminuir la riqueza del sitio.

Este patrón se aprecia en el nivel taxonómico de

género, donde las hormigas más abundantes fueron de los géneros *Aphaenogaster* sp. (67 %), *Solenopsis* sp. (6 %) y *Atta* sp. (5 %) en el sitio conservado (Carácuaró) y además se tuvo la presencia de *Leptogenys* y *Nomamyrmex*, los cuales no se colectaron en el sitio “perturbado” (Nocupétaro), donde *Aphaenogaster* sp. (69 %) y *Solenopsis* sp. (10 %) fueron igualmente dominantes, pero además se recogieron hormigas más tolerantes de los géneros *Cephalotes*, *Pheidole* y *Crematogaster*.

Las hormigas del género *Aphaenogaster* son delgadas y alargadas, veloces en su desplazamiento y con dieta omnívora, se le puede ver forrajeando restos de artrópodos, hojas o flores, semillas o granos; anidan en cualquier piedra o tronco, fue el más abundante en ambos sitios, aunque las morfoespecies fueron diferentes, lo que pudiera ser un aspecto para estudiar este grupo como indicador del tipo de efecto de antropización revisado en este trabajo (Linares-Guillén *et al.*, 2019).

En el análisis de similitud se observó que 17 familias (30.35 %) y 42 géneros (44.21 %) fueron exclusivos para el sitio conservado, mientras que en el sitio perturbado sólo hubo tres familias (7.14 %) y 37 géneros (41.11 %) exclusivos. La proporción de géneros es similar a pesar de la gran diferencia en composición a nivel taxonómico indicando un recambio de especies muy importante que se refleja en los valores bajos de familias y géneros compartidos, 64 % y 33 %, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de diversidad, dominancia y equitatividad obtenidos para los sitios y épocas del año en el Valle Nocupétaro-Carácuaro, Michoacán, México (sin incluir hormigas).

Sitio / Época	Diversidad (H') (Shannon_Wiener)	Dominancia (%) (D de Simpson)	Equitatividad (J') (Shannon-Wiener)
Perturbado (Nocupétaro)	3.93 a	3.11	0.8566
Conservado (Carácuaro)	3.19 b	10.54	0.6836
Lluvias	3.79 a	4.32	0.7964
Secas	2.61 b	18.22	0.6119
Nocu/Lluvias	3.61 a	4.63	0.8338
Carac/Lluvias	3.48 a	6.09	0.7926
Nocu/Secas	3.11 a	7.27	0.8384
Carac/secas	2.13 b	25.09	0.5473

Letras diferentes indican diferencia significativa en diversidad (H') $P < 0.05$

El coeficiente de Jaccard de 43.21 % y 40.68 % de semejanza faunística para géneros, con y sin hormigas respectivamente, así como los valores del índice de Bray-Curtis de 42.54 % y 38.44 %, confirman las diferencias observadas con los valores de diversidad y el efecto de la abundancia de las hormigas. La menor riqueza observada y estimada reportada por Linares-Guillén *et al.* (2019) para el área “perturbada” en el municipio de Nocupétaro, se suma a las diferencias en diversidad aquí presentadas, como claro efecto de la antropización que específicamente ocurre en esa área y que se hace más notoria en la época de secas en la que el sitio perturbado conserva un valor de diversidad relativamente alto; mientras que en el sitio conservado es más notorio el cambio estacional en un valor de diversidad menor (Cuadro 2). Finalmente, debe resaltarse que la equitatividad (J') de Shannon, en ambos sitios mostró valores cercanos al 80 %, lo que refleja un proceso de reemplazo de especies que ya tiene tiempo ocurriendo, ya que ambas comunidades de insectos epigeos tienden a ser estables, cada una con una estructura de vegetación distinta. En el caso del sitio perturbado, el reemplazo de especies por efecto estacional es menos notorio, porque la vegetación es menos heterogénea y las amplias zonas de cultivo se mantienen todo el año.

CONCLUSIONES

La antropización por actividades agrícolas y de pastoreo provocan cambios en la composición y estructura de las comunidades de insectos epigeos, reflejándose en cambios importantes en la composición genérica, diversidad y dominancia en las comunidades.

En general el efecto de la época de lluvias se aprecia en una mayor diversidad en ambos sitios de estudio, sin diferencia estadística entre ellos.

En la época de secas la diversidad en el sitio perturbado fue estadísticamente mayor por efecto de la homogeneidad en la vegetación producto de las actividades agrícolas.

AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por el soporte económico para el trabajo en campo. A Ana F. Quijano Ravell, Ernestor Oliveros Guzmán, Aminadab Mojica Mariano, Irving Marcha Legorreta, Mario Sosa Toche, Ana Lilia Abeja Rosales por su ayuda en campo. A José Luis Delgado Espinoza, por su ayuda en campo y a su familia por el hospedaje en Carácuaro.

LITERATURA CITADA

- AALBU, R. L., TRIPLEHORN, C. A., CAMPBELL, J. M., BROWN, K.W., SOMERBY, R. E. AND THOMAS, D. B. 2002. Family 106 Tenebrionidae Latreille 1802. Pp. 463-509. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- ANDERSON R. S. 2002. Family 131 Curculionidae Latreille 1802. Pp. 722-815. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- BÁEZ, S. J., 2013. Comunidades de Hemiptera: Heteroptera como indicadores de perturbación en bosque tropical caducifolio de la Cuenca de Cuitzeo. Tesis de Maestría, Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 140 pp.
- BÁEZ-SANTACRUZ J. Y CERVANTES-PEREDO, L. 2019. Conocimiento y diversidad de chinches (Insecta:Heteroptera). Pp. 347-351. In: Cruz Angón A., K. C. Nájera Cordero y E. D. MELGAREJO. 2019. *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de estado 2, Volumen II*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15106.pdf>
- BALL G.E. AND BOUSQUET, Y. 2001. Family 6. Carabidae Latreille, 1810. Pp. 272-418. In: Arnett RH Jr, Thomas MC. (Eds). *American beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga*, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- BOWSER M. L. 2012. Key and checklist of the bristle-tails (Microcoryphia) of America north of Mexico Pp. 1-17. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19142.22087>
- BROWN, B. V., BORKENT, A., CUMMING, J. M., WOOD, D. M., WOODLEY, N. E. AND ZUMBA DO, M. A. 2009. *Manual of Central American Diptera. Vol. 1*. Ottawa, National Research Council of Canada. <https://doi.org/10.1139/9780660198330>
- BROWN, B. V., BORKENT, A., CUMMING, J. M., WOOD, D. M., WOODLEY, N. E. AND ZUMBA DO, M. A. 2010. *Manual of Central American Diptera: Volume 2*. Ottawa, National Research Council of Canada. <https://doi.org/10.1139/9780660199580>
- CARLSON D. C. 2002. Family 30 Ochodaeidae Mulsant and Rey 1870. Pp. 28-31. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- CHANDLER D. S. 1977. New Mecynotarsus with a Key to the New World Species (Coleoptera: Anthicidae). *The Coleopterists Bulletin*, 31(4): 363-370. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3999894>
- CHANDLER D. S. 2002. Family 117. Anthicidae Latreille 1819. Pp. 160-173. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- CHOATE, P. M. 2001. *Manual for the identification of Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) (including tiger beetles) of Florida*. Department Entomology and Nematology University of Florida. 19 pp.
- CONABIO. 2020. Biodiversidad Mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>. (Fecha de consulta: 20-V-2020)
- CONSTANTINO, R. 2002. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*, 67(1): 1-40. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.67.1.1>
- DELOYA, C. Y MORÓN, M. A. 1994. Coleópteros Lamellicornios del Distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae). Listados Faunísticos de México (V). Instituto de Biología, UNAM, México. 49 Pp.
- DELOYA C., PONCE SAAVEDRA, J., REYES, C.P. Y AGUIRRE, L. G. 2016. *Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. Morelia Michoacán, México. S y G Editores, México, 212 Pp.

- DELGADO CASTILLO, L., A. PÉREZ Y BLACKALLER, J. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 110: 33-87. Disponible en: <https://www.socmexent.org/fovia/revista/Num%20110/33-87.pdf>
- DIETRICH, C. H. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*, 88 (4): 502-517. <https://doi.org/10.1653/0015-4040>
- DOYEN, J. T. 1988. Tenebrionidae and Zopheridae of the Chamela biological station and vicinity, Jalisco, Mexico (Coleoptera). *Folia Entomologica mexicana*, (77): 211-276. ISSN : 0430-8603
- ESCALANTE-JIMÉNEZ, A. L., PONCE-SAAVEDRA, J., Y VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M. 2006. Géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Estado de Michoacán. *Biológicas*, 8: 80-101.
- ESTRADA-VENEGAS, E. G. Y MOLDENKE, R. A. 2008. Importancia del suelo como ecosistema. Pp. 1-8. In: Estrada-Venegas E. G. (Ed). *Fauna del suelo I*. Colegio de postgraduados.
- EVANS, H. E. 1966. A revision of the Mexican and Central American spider wasps of the subfamily Pompilinae (Hymenoptera: Pompilidae). *Memoirs of the American Entomological Society* 20: 1-442. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/38691250#page/13/mode/1up>
- FERNÁNDEZ-HERRERA, C., E. COMBATT-CABALLERO 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., P. REYES-CASTILLO, Y P. ROJAS. 2001. La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoológica Mexicana*. (NS) No. especial 1: 1-10. <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401842>
- GOULET, H. Y J. T. HUBER. 1993. Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families. Center for Land and Biological Resources Research. Agriculture, Ottawa, Branch Canada. 668 Pp. <https://doi.org/10.1002/mmnd.19950420212>
- HABECK D. Y NELSON, H. 2002. Family 77 Nitidulidae Latreille 1812. Pp. 311-315. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- HELPER, J. R. 1953. *How to Know the Grasshoppers, Cockroaches and Their Allies*. W.M. C. C. Brown Company. Dubuque, Iowa. 353 Pp.
- HERNANDEZ, T. H. 2013. *Escarabajos de la sabia (Coleoptera: Nitidulidae) de Coahuila México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 101 Pp.
- INAFED. 2020. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Monografía del Municipio de Nocupétaro Michoacán. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16057a.html> (Fecha de consulta: 20-V-2020).
- 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.
- JACKMAN, J. A., Y W. LU. 2002. Family 101. Mordeidae Latreille 1802. Pp. 423-430. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- JAMESON M. L. 2002. Family 29. Geotrupidae Latreille 1802. Pp. 23-27. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- JONES, C. G., J. H. LAWTON Y M. SHACHAK. 1994. Organisms as ecosystem engineers. Pp. 373-386. In: F. B. Samson y F. L. Knopf (Eds). *Ecosystem Management*. Springer. New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4018-1_14

- JONES, C. G., J. H. LAWTON Y 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)
- JOHNSON, P. J. 2002. Family 58 Elateridae Leach, 1815. Pp. 160-173. In: Arnett RH, Thomas MC, Skelley PE, Frank JH (eds) *American beetles, vol 2., Polyphaga: Scarabeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton.
- JOUQUET, P., J. DAUBER, J. LAGERLO, P. LAVELLE, Y LEPAGE, M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology*. 32: 153-164.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.07.004>
- KOVARIK, P. W. Y CATERINO, M. S. 2000. Family 15. Histeridae. Gyllenhal, 1808. Pp. 212-227. In: Arnett RH Jr, Thomas MC. (Eds). *American beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga*, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- LAVELLE, P., E. BLANCHART, A. MARTIN, A. V. SPAIN Y MARTIN, S. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *Myths and Science of Soils in the Tropics*. SSSA Special Publication, Madison. 29: 157-185.
<https://doi.org/10.2136/sssaspecpub29.c9>
- LINARES-GUILLÉN, J. W., J. MALDONADO-CARRIZALES Y PONCE-SAAVEDRA, J. 2019. Análisis de riqueza de la entomofauna epigea en dos ambientes diferencialmente antropizados en el valle Nocupétaro-Carácuaro, Michoacán, México. *Entomología mexicana* 6: 401-407.
- MACKAY, W. P. Y MACKAY, E. E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). *Memorias del II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Sociedad Mexicana de Entomología. Oaxtepec, Morelos, México. 82 Pp.
- MANLEY, D. G. Y PITTS, J. P. 2002. A key to genera and subgenera of Mutillidae (Hymenoptera) in America North of Mexico with description of a new genus. *Journal of Hymenoptera Research*, 11(1): 72-100.
- MARTÍNEZ-LUQUE E.O. 2014. Estudio faunístico de la familia Elateridae (Insecta: Coleoptera) en la estación de biología Chamela, Jalisco, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 109 Pp.
- MÉNDEZ-MONTIEL, J. T. Y EQUIHUA-MARTÍNEZ A. 2008. Influencia benéfica de los termes (Isoptera) en los suelos. Pp. 126-132. In: Estrada-Venegas E. G. (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: Estrada-Venegas E. G. (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.
- NICKLE, D. A. Y COLLINS, M. S. 1988. The termite fauna (Isoptera) in the vicinity of Chamela, State of Jalisco, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*, (77): 85-122.
- NAVARRETE HEREDIA, J.L., A. F. NEWTON, M. K. THAYER, J. S. ASHE Y CHANDLER, D. S. 2002. Guía Ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México, 401 Pp.
- NEWTON A.F., M. K. THAYER, J.S. ASHE Y CHANDLER, D. S. 2001. Family 22. Staphylinidae Latreille 1802. Pp. 272-418. In: Arnett, R. Jr. Y C. M. Thomas (Eds.), *American beetles. Volume 1: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. Boca Raton: CRC Press.
- SEASTEDT, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual. Review of Entomology*. 29: 25-46.
<https://doi.org/10.1146/annurev.en.29.010184.000325>
- SLATER, J. A., Y BARANOWSKI, R. M. 1978. *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera) (Vol. 1)*. Dubuque, Iowa: WC Brown Company. 256 Pp. ISBN : 0697048942
- TRIPLEHORN C. A., Y JOHNSON, N. F. 2005. *Borrer and DeLong's Introduction to the Study of*

- Insects*. 7 ed. Editorial Saunders CO. U.S.A., 888 Pp.
- O'KEEFE S. T. 2002. Family 61. Phengodidae LeConte 1861. Pp. 181-186. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- PARKER, F. D. 1962. On the Subfamily Astatinae, with a Systematic Study of the Genus *Astata* of America North of Mexico (Hymenoptera: Sphecidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 55: 643-659.
<https://doi.org/10.1093/aesa/55.6.643>
- PINTO J. D. Y BOLOGNA, M. A. 2002. Family 111, Meloidae Gyllenhal 1810. Pp. 522-529. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- POLASZEK, A. Y KROMBEIN, K. V. 1994 The Genera of Bethylinae (Hymenoptera: Bethylinidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 3: 91-105.
- PONCE-SAAVEDRA J. Y CASTILLO-VÍCTOR, M. E. 2019. Estado del conocimiento de la diversidad de insectos (Hexapoda). Pp. 335-346. In: Cruz Angón A., K. C. Nájera Cordero y E. D. Melgarejo. 2019. La biodiversidad en Michoacán: Estudio de estado, Volumen II. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Peterson, H And Luxton, M. 1982. A comparative analysis of soil fauna and their role in decomposition processes. *Oikos*. 39 (3): 287-388. <https://doi.org/10.2307/3544689>
- QUIJANO-RAVELL, A. F. 2008. Diversidad arcnofaunística en dos tipos de vegetación de la Sierra de los Agustinos, municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. *Entomología mexicana*. 7: 369-374.
- RATCLIFE B. C., JAMESON, M. L. AND ANDREW, B. T. S. 2002. Family 34. Scarabaeidae Latreille 1802. Pp. 39-81. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- RILEY, E. G., S. M. CLARK, R. W. FLOWERS AND GILBERT, A. J. 2002. Family 124. Chrysomelidae Latreille 1802. Pp. 617-691. In: Arnett R. Jr., C. M. Thomas, P. E. Skelley, y J. H. Frank (Eds.), *American beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Boca Raton: CRC Press.
- STEVENSON, F. J. 1994. *Humus chemistry, genesis, composition, reactions*. 2 ed. Editorial John Wiley and Sons, New York U.S.A., 23 Pp.
- TERAYAMA M. 2003. *Phylogenetic systematics of the family Bethylinidae (Insecta: Hymenoptera) Part II*. Keys to subfamilies, tribes and genera in the world. The Academic Reports of the Faculty of Engineering of Tokyo Polytechnic University, 26(1), 16-29.
- VARDY, C. R. 2000. *The New World tarantula-hawk wasp genus Pepsis Fabricius (Hymenoptera: Pompilidae). Part 1*. Introduction and the *P. rubra* species group. 86 Pp.
- ZAMORA-VUELVAS. M. C., C. DELOYA, J. PONCE-SAAVEDRA, G. AGUIRRE-LEÓN Y GASCA-ÁLVAREZ, H. J. 2019. Los Sacarabaeoidea. Pp. 353-361. In: Cruz Angón A., K. C. Nájera Cordero y E. D. Melgarejo. 2019. *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de estado, Volumen II*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- ZARAGOZA-CABALLERO S. Y PÉREZ-HERNÁNDEZ, C. X. 2014. *Sinopsis de la familia Phengodidae (Coleoptera): trenecitos, bigotudos, glow-worms, railroadworms o besouros trem de ferro*. Instituto de Biología UNAM. Primera Edición. Pp. 130.
<https://doi.org/10.22201/ib.9786070251832e.2014>
- ZAR, J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. Fifth edition: Pearson Education (Singapore) Pte. Ltd., New Delhi. 718 Pp. Available in: <https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Zar-Biostatistical-Analysis-5th-Edition/PGM263783.html?tab=features>