

COMUNIDADES DE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN SITIOS PERTURBADOS DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEL EJIDO SAN JOSÉ TILAPA, COXCATLÁN, PUEBLA, MÉXICO

Luis Enrique Juárez-Sotelo✉, Isaí Olalde-Estrada, Iván Castellanos-Vargas y Zenón Cano-Santana

Grupo de Interacciones y Procesos Ecológicos. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n, Coyoacán, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México.

✉Autor de correspondencia: luis_enrri@ciencias.unam.mx

RESUMEN. Se analizó el ensamblaje de las comunidades de artrópodos terrestres ante diversos disturbios (ganado caprino, extracción de recursos y depósito de basura) en el Ejido San José Tilapa, Puebla. Se muestrearon tres parcelas de 25 × 25 m con ocho trampas jabonosas de colores (morado y amarillo) en cuatro sitios con distintos tipos de disturbios: Presa del Purrón Exbasurero (EB), Presa del Purrón Referencia (PR), San Rafael (SR) y Guadalupe Victoria (GV) durante diciembre de 2012 (secas) y junio de 2013 (lluvias). Se colectaron 2339 especímenes (1102 en trampas jabonosas moradas y 1237 en trampas jabonosas amarillas) de 12 órdenes y 147 morfoespecies. Hubo un efecto significativo del mes y localidad, pero no del color ni de las interacciones sobre la densidad de individuos. El sitio SR y junio registraron los valores más altos de densidad de especímenes ($3.99 \pm e.e. 0.45$ ind / trampa) y (3.84 ± 0.28 ind / trampa), respectivamente. Asimismo, hubo un efecto del mes pero no de la localidad, color y las interacciones sobre la densidad de especies. Este parámetro fue significativamente mayor en junio (2.17 ± 0.05 spp. / trampa). Concluimos que los ensamblajes de artrópodos responden diferencialmente a los tipos de disturbio, así como a la temporalidad.

Palabras clave. Cabra, disturbio, lluvias, secas, trampas jabonosas.

Arthropods terrestrial communities on tropical dry forest disturbed sites from Ejido San Jose Tilapa, Coxcatlan, Puebla (Mexico)

ABSTRACT. The community of terrestrial arthropods was analyzed in response to various disturbances (goats, extraction of resources and trash deposits) in the Ejido San José Tilapa, Puebla. Three plots of 25 × 25 m were sampled with eight pan traps (purple and yellow) in four sites with different disturbance degrees: Presa del Purrón Ex—basureo (EB), Presa del Purrón Reference (PR), San Rafael (SR) and Guadalupe Victoria (GV) during December 2012 (dry) and June 2013 (rain). 2339 specimens (1102 in purple pan traps and 1237 in yellow pan traps) of 12 orders and 147 morphospecies were collected. There was a significant effect of the month and location, but not of color or interactions on individuals density. SR had higher density ($3.99 \pm e.e. 0.45$ ind / trap) than the rest of the sites and there were more specimens in June (3.84 ± 0.28 ind / trap). Also, there was an effect of the month but not of the locality, color and interactions on the density of species. This parameter was significantly higher in June (2.17 ± 0.05 spp. / trap). We conclude that the arthropods assemblages have differentially responses to disturbance types, as well as temporality.

Key words. Disturbance, goat, rain, dry, pan traps.

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son el taxa más abundante y diverso en la tierra (Zhang, 2013), lo que le ha permitido habitar en todos los ecosistemas (Triplehorn *et al.*, 2005), siendo componentes fundamentales de las cadenas tróficas (Patten *et al.*, 1981; Chen *et al.*, 1995; Triplehorn *et al.*, 2005) o facilitando el ciclaje de nutrientes (Triplehorn *et al.* 2005; Schowalter, 2011), asimismo son importantes vectores de enfermedades (Calderón *et al.*, 2004).

Sousa (1984) define al disturbio como un evento irregular y atípico que causa cambios abruptos en la estructura natural de las comunidades y que altera las condiciones de equilibrio, reflejándose en las densidades de las poblaciones que lo componen. Particularmente, los artrópodos pueden

responder al disturbio de distinta manera debido a las adaptaciones que presenten (Schowalter, 2011), por lo que han sido propuestos en diversos estudios como bioindicadores (Majer, 1997; Williams, 1997).

En México, la Selva Baja Caducifolia (SBC) tiene una extensión de 66,000 km² (INEGI, 2005) y actualmente se han realizado pocos estudios enfocados en la diversidad de algunos artrópodos; por ejemplo destacan los trabajos de Pinkus-Rendón *et al.*, (2005) sobre arañas; Palacios-Vargas *et al.* (2007) sobre microartrópodos del suelo y el mantillo; y Olalde-Estrada (2015) sobre abejas. Por lo anterior, en el presente estudio se centró en conocer la variación espacial y temporal de las comunidades de artrópodos en el Ejido San José Tilapa, Coxcatlán, Puebla con distinto tipo de disturbio.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. La colecta del material biológico se llevó a cabo en el Ejido San José Tilapa al centro-sur de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), en el municipio de Coxcatlán, Puebla (18° 10' 18"—18° 12' 57" N, 97° 07' 05"—97° 09' 08" O) a 912–1013 m s.n.m. Presenta clima seco cálido con lluvias en verano. La temperatura media es de 24.2°C y una precipitación promedio anual de 449.7 mm, con un periodo de lluvias de junio a septiembre y una temporada de secas de octubre a mayo (Canales *et al.*, 2006; Olalde-Estrada, 2015; Hernández-Trejo, 2017). La vegetación del sitio es selva baja caducifolia y matorral xerófilo (Olalde-Estrada, 2015; Hernández-Trejo, 2017).

Trabajo de campo. Durante diciembre de 2012 (secas) y junio de 2013 (lluvias), se muestrearon cuatro sitios dentro del Ejido San José Tilapa con distinto grado de disturbio (número entre paréntesis) *sensu* Hernández-Trejo (2017) generado por el depósito de basura, extracción de recursos y la presencia de ganado caprino: Presa del Purrón Referencia (PR; 14.9), San Rafael (SR: 35.5) y Guadalupe Victoria (GV; 47.1) y Presa del Purrón Ex-Basurero (EB; 48.7). En cada sitio se colocaron tres parcelas de 625 m² con ocho trampas jabonosas de colores (cuatro de color morado y cuatro de color amarillo) colocadas de manera sistemática. Las trampas jabonosas se colocaron a las 6:30 h y se retiraron a partir de las 17:30 h (sin tomar en cuenta el horario de verano) dando un esfuerzo de 352 horas-trampa por parcela. Los artrópodos colectados se almacenaron en frascos con alcohol al 70 % y se clasificaron en morfoespecies e identificaron con claves taxonómicas a nivel de orden.

Análisis estadísticos. Se realizó un análisis de varianza multifactorial (ANdeVA) para determinar el efecto del sitio, mes y color sobre el número de especies por sitio y número de especies por trampa con el programa STATISTICA 7. Los datos de abundancias y número de las morfoespecies se corrigieron con la siguiente fórmula: $\sqrt{X + 0.5}$ por tratarse de variables discretas (Zar, 2010). En caso de encontrar efecto significativo de algún factor se realizaron pruebas de Tukey. Por otra parte, se construyó un dendrograma a partir del coeficiente de similitud de Bray-Curtis con el fin de agrupar las parcelas de estudio en base a la abundancia de cada morfoespecie, lo anterior se realizó con el programa PAST.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 2,339 artrópodos: 1,102 en trampas jabonosas moradas y 1,237 en trampas jabonosas amarillas, agrupados en 12 órdenes: Hymenoptera, Thysanoptera, Diptera, Homoptera, Coleoptera, Orthoptera, Araneae, Lepidoptera, Heteroptera, Pseudoscorpiones, Trichoptera y Embioptera, destacando éste último orden (Embioptera) como el primer registro para la RBTC (Figura 1) así como 147 morfoespecies (Figura 2). La riqueza de órdenes fue menor a la obtenida

por Herrera-Fuentes *et al.* (2008) quienes reportaron 23 y nuestros datos están por encima de los siete órdenes que reportó la CONANP (2013).

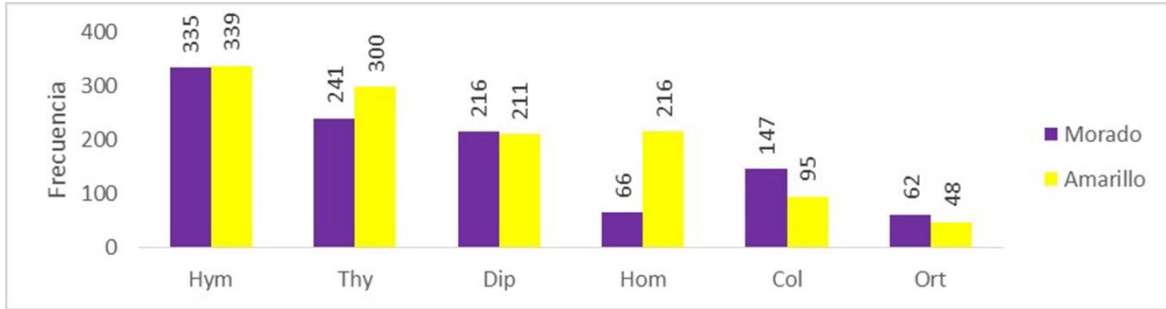


Figura 1. Frecuencia de los 6 órdenes con más de 100 organismos en los dos colores de trampas jabonosas utilizadas (Hym: Hymenoptera; Thy: Thysanoptera; Dip: Diptera; Hom: Homoptera; Col: Coleoptera; Ort: Orthoptera).

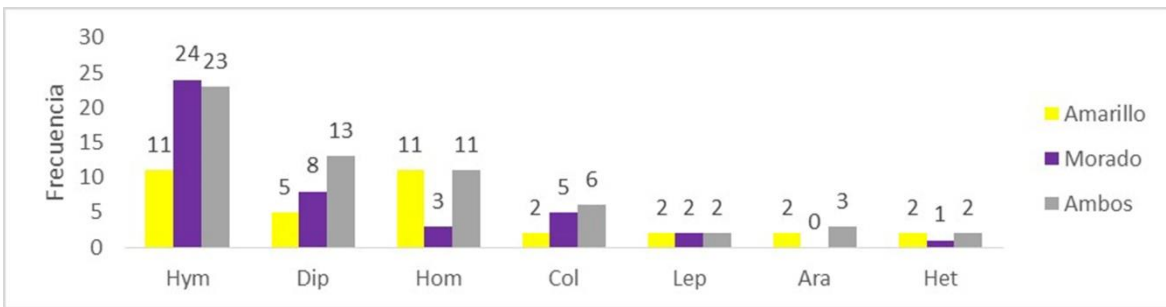


Figura 2. Frecuencia de morfoespecies de los 6 órdenes con más de cinco morfoespecies en los dos colores de trampas jabonosas utilizadas (Hym: Hymenoptera; Dip: Diptera; Hom: Homoptera; Col: Coleoptera; Lep: Lepidoptera; Ara: Araneae; Het: Heteroptera).

Se encontró un efecto significativo de la localidad ($F_{(28,32)}= 5.178, P= 0.005$; Figura 3) y el mes ($F_{(28,32)}= 12.055, P= 0.002$; Figura 3), pero no del color ($F_{(28,32)}= 0.28, P= 0.601$), la interacción localidad \times color ($F_{(28,32)}= 0.982, P= 0.414$), la interacción localidad \times mes ($F_{(28,32)}= 2.835, P= 0.054$), la interacción color \times mes ($F_{(28,32)}= 0.182, P= 0.673$) ni la interacción localidad \times color \times mes ($F_{(28,32)}= 0.051, P= 0.985$) sobre la densidad de individuos (No. de individuos/trampa). El sitio San Rafael (SR) registró una mayor densidad de individuos. En el sitio SR (3.99 ± 0.45 e.e. ind/trampa) se capturó 40% más ejemplares que en Guadalupe Victoria (GV; 2.95 ± 0.2 e.e. ind/trampa). Por otra parte, se encontró un efecto significativo del mes ($F_{(28,32)}= .785, P< 0.001$; Figura 4), pero no del sitio ($F_{(28,32)}= 2.793, P=0.056$), el color ($F_{(28,32)}= 0.453, P= 0.506$) ni de las interacciones sitio \times mes ($F_{(28,32)}= 0.386, P= 0.764$), sitio \times color ($F_{(28,32)}= 2.213, P= 0.106$) mes \times color ($F_{(28,32)}= 0.696, P= 0.411$), ni la interacción sitio \times mes \times color ($F_{(28,32)}= 2.004, P= 0.133$) sobre la densidad de morfoespecies (no. de morfoespecies/trampa).

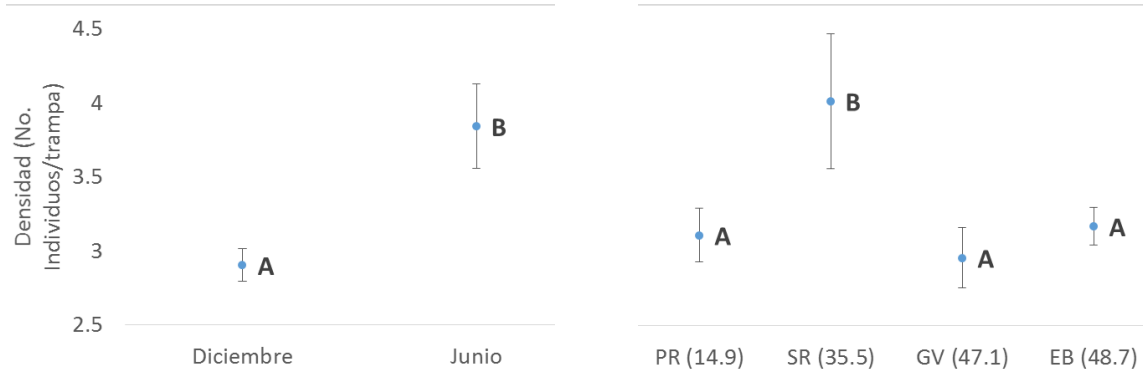


Figura 3. Densidad de individuos (Número de ind. /trampa \pm e.e.) de artrópodos capturados en los dos meses de muestreo (Izquierda), así como en los cuatro sitios de muestreo: PR, Presa Purrón Referencia; SR, San Rafael; GV, Guadalupe Victoria y EB, Presa Purrón Ex – Basurero. (Derecha). Letras diferentes denotan diferencias significativas $P < 0.05$ (prueba de Tukey).

El dendrograma de Bray-Curtis acomodó con 40 % de similitud cinco grupos (Figura 5): en el primero se aisló la parcela 1 de San Rafael (SR1), en el segundo se agruparon las tres parcelas de Presa Purrón Referencia (PR1, PR2 y PR3), mientras que en el tercero se agruparon las parcelas 2 y 3 de Guadalupe Victoria (GV2 y GV3). En el cuarto grupo se ubicaron las parcelas 2 y 3 de San Rafael (SR2 y SR3) y GV1, mientras que el quinto y último se conjuntaron las tres parcelas de Presa Purrón Ex–Basurero (EB1, EB2 y EB3).

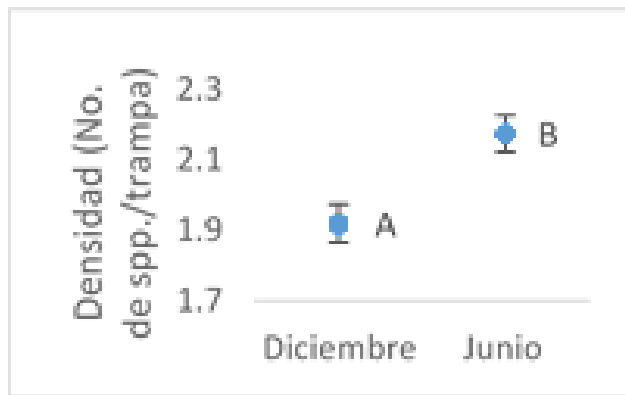


Figura 4. Densidad de especies (Número de spp./trampa \pm e.e.) de los artrópodos capturados en los dos meses de muestreo.

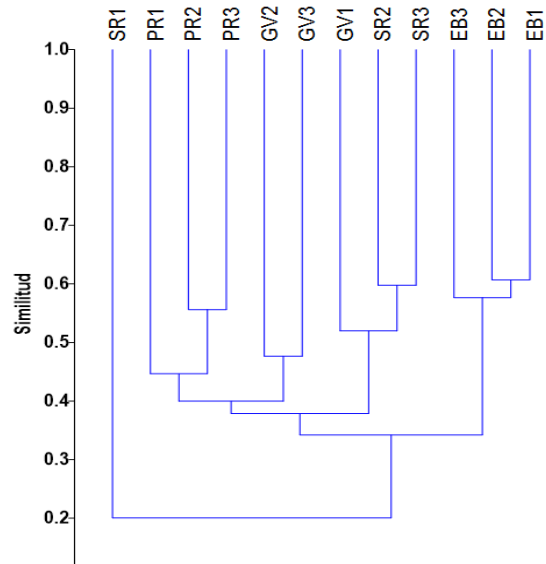


Figura 5. Dendrograma realizado con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis mediante el método de unión de grupo pareado, en 12 parcelas de los cuatro sitios del ejido San José Tilapa, Pue.: EB, Presa Purrón Ex–Basurero; PR, Presa Purrón Referencia; GV, Guadalupe Victoria; SR, San Rafael.

Estas diferencias pudieron deberse a la heterogeneidad ambiental (Pianka, 1995; Yang *et al.*, 2015). Diversos atributos definen dicha heterogeneidad como la estructura física, la dominancia de ciertas especies (Ellis *et al.* 2000; Farfán-Beltrán, 2015), la disponibilidad de agua (Schowalter, 2011), la composición y estructura de la vegetación (De Bruyn *et al.*, 2001; Zou *et al.*, 2013; Rojas *et al.*, 2014; Farfán-Beltrán, 2015; Olalde-Estrada, 2015). Este último, condiciona en gran medida la presencia de los artrópodos herbívoros (Cuevas-Reyes *et al.*, 2004; Rojas *et al.*, 2014), depredadores (Ellis *et al.*, 2000; Zou *et al.*, 2013) y detritívoros (De Bruyn *et al.*, 2001).

En términos de la variabilidad espacial, se encontró que en el sitio Purrón-Referencia (PR), a pesar de estar ordenada y clasificada con las parcelas del sitio GV, presentó la mayor riqueza acumulada (87 morfoespecies) y la mayor cantidad de morfoespecies (TCM). Esto coincide con que, en general, esta localidad registra la mayor cobertura vegetal y alta diversidad de plantas en comparación con las otras localidades (Hernández-Trejo, 2017).

Asimismo, Hernández-Trejo (2017) discute que la localidad Presa Purrón-Referencia a pesar de presentar cambios estacionales en su composición vegetal y verse afectada en gran medida por los disturbios ocasionados por el sobrepastoreo por ganado, durante la temporada de lluvias se recupera la cobertura vegetal, favoreciendo la cantidad de recursos disponibles y lo que provoca la generación de microhábitats que pueden ser colonizados por los artrópodos (Pianka, 1995; Yang *et al.*, 2015).

Las parcelas de Guadalupe Victoria (GV) registraron 66 morfoespecies y la menor tasa de captura de individuos, lo cual se atribuye a la baja riqueza específica de plantas; así como a la poca cobertura vegetal (Hernández-Trejo, 2017). Según datos de Yang *et al.* (2015) existe una relación positiva entre la riqueza de especies de plantas y la riqueza de animales, atribuyéndole a la disponibilidad de recursos que pueden explotar.

Por otra parte, Hernández-Trejo (2017) encontró diferencia notable en la estructura de la comunidad vegetal, lo cual sugiere que las diferencias son importantes para entender las respuestas de los ensamblajes de artrópodos. La clasificación de las parcelas obtenida por Hernández-Trejo (2017) coincidió solo en la agrupación de las parcelas del sitio EB, lo que sugiere que la comunidad vegetal y la artropodofauna responden diferencialmente a los factores ambientales como la estacionalidad.

La estacionalidad, por su parte, determina una fenología diferencial en los artrópodos presentes en la localidad, tal como se ha encontrado en otros estudios (Hurd y Eisenberg, 1990; Olalde-Estrada, 2015). Por ejemplo, las hormigas (Hymenoptera), se presentaron en mayor abundancia en el periodo de secas (diciembre), esto pudo deberse a la baja en la cobertura vegetal, lo que favorece su abundancia (Graham *et al.*, 2004).

Por otra parte, durante la temporada de lluvias las abejas (Hymenoptera) fueron más abundantes, coincidiendo con la floración de las plantas (Cortés-Flores *et al.*, 2016; Hernández-Trejo, 2017), brindando recursos como el polen y néctar, los cuales son recursos vitales para las funciones de estos organismos (Olalde-Estrada, 2015).

En contraste, el orden Thysanoptera, presentó la mayor abundancia durante la temporada de lluvias, Zaragoza *et al.* (2010) mencionan una asociación entre estos organismos y la presencia de mantillo, no obstante, dada la temporalidad de este ecosistema, la presencia de mantillo es poca o nula (Cortés-Flores *et al.*, 2016; Hernández-Trejo, 2017), por lo que sería conveniente estudiar más a fondo este grupo para conocer sus hábitos particulares y con ello esclarecer esta diferenciación en sus abundancias y en el comportamiento de este orden.

CONCLUSIÓN

El disturbio por causas antrópicas tiene un efecto directo en todos los ecosistemas actualmente, reflejándose en las poblaciones de organismos que habitan, por lo que es necesario monitorear y conocer la respuestas de estos organismos antes eventos que perturben su ambiente, por lo que este estudio ayuda a esclarecer y aumentar el conocimiento de la respuesta de organismos como los artrópodos ante diversos eventos de disturbio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Héctor Cervantes y a Martín López Carrera por el apoyo brindado en campo. El trabajo fue financiado por el proyecto MGU-Proyecto de Plantas Útiles de Kew Royal Botanical Gardens.

LITERATURA CITADA

- Canales, M. M., T. Hernández D., J. Caballero., A. Romo de Vivar R., A. Dyrán D. y R. Lira. 2006. Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional de las plantas medicinales en San Rafael, Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana*, 75: 21-43
- Calderón, L., J. Tay, J. T. Sánchez y D. Ruiz. 2004. Los artrópodos y su importancia en medicina humana. *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 47(5): 192-199.
- Chen, B. y D. H. Wise. 1999. Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus-based terrestrial food web. *Ecology*, 80(3): 761-772.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 329 pp.
- Cortés-Flores, J., K. B. Hernández-Esquivel, A. González –Rodríguez y G. Ibarra-Manríquez. 2016. Flowering phenology, growth forms, and pollination syndromes in tropical dry forest species: Influence of phylogeny and abiotic factors. *American Journal of Botany*. 104 (1): 1-17.
- Cuevas-Reyes P., M. Quesada, P- Hanson, R. Dirzo y K. Oyama. 2004. Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, 92: 707-716.
- De Bruyn, L., S. Thys. J. Scheirs y R. Verhagen. 2001. Effects of vegetation and soil on species diversity of soil dwelling Diptera in a heathland ecosystem. *Journal of Insect Conservation* 5: 87-97.
- Ellis L. M., M. C. Molles Jr., C. S. Crawford y F. Heinzlmann. 2000. Surface-active arthropod communities in native and exotic riparian vegetation in the middle Rio Grande Valley, New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 45(4):456-471.
- Farfán-Beltrán, M. E. 2015. Estructura de la comunidad de artrópodos en sitios conservados, perturbados y sujetos a restauración ecológica en el Pedregal de San Angel, D.F., México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 67 pp.
- Graham J. H., H. H. Hughie, S. Jones, K. Wrinn, A. J. Krzysik, J. J. Duda, D. C. Freeman, J. M. Emlen, J. C. Zak, D. A. Kovacic, C. Chamberlin-Graham y H. Balbach. 2004. Habitat disturbance and the diversity and abundance of ants (Formicidae) in the Southeastern Fall-Line Sandhills. *Journal of Insect Science*. 4: 1-15.
- Hernández-Trejo, A. 2017. Estructura de la comunidad vegetal de cuatro zonas de selva baja caducifolia sujetas a disturbio en el Ejido San Jose Tilapa, Coxcatlán Publa (México). Tesis

- de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 86 pp.
- Herrera-Fuentes, M., J. Campos-Serrano, A. Zavala-Hurtado y R. Guzman-Mendoza. 2008. Patrones temporales y espaciales de artrópodos asociados a la epífita *Tillandsia dasyliriifolia* (Bromeliaceae). *Entomología Mexicana*, 7: 231-235
- Hurd, L. E. y R. M. Eisenberg. 1990. Experimentally Synchronized Phenology and Interspecific Competition in Mantids. *American Midland Naturalist* 124(2):390-394
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación; escala 1:250 000, Serie III (Continuo Nacional).
- Majer, J. D. 1997. Invertebrates assist the restoration process: an Australian perspective. En: Urbanska, K. M., N. R. Webb y P. J. Edwards (eds.) *Restoration ecology and sustainable development*. University Press, Reino Unido, pp. 212-237.
- Olalde-Estrada, I. 2015. Ecología de Abejas en Sitios de Selva Baja Caducifolia Sujetos a Disturbio del Ejido San José Tilapa, Coxcatlán, Pue. (México) Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 128 pp.
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castaño-Meneses, J. A. Gómez-Anaya, A. Martínez-Yrizar, B. E. Mejía-Recamier y J. Martínez-Sánchez. 2007. Litter and soil arthropods diversity and density in a tropical dry forest ecosystem in Western Mexico. *Biodiversity and conservation*, 16(13): 3703-3717.
- Patten, B.C. y G.T. Auble. 1981. System theory of the ecological niche. *The American Naturalist*, 117(6): 893-922.
- Pianka, E. R. 1995. Evolution of body size: varanid lizards as a model system. *The American Naturalist* 146(3): 398-414.
- Pinkus-Rendón, M. A., J. L. León-Cortés y G. Ibarra-Núñez. 2006. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. *Diversity and Distributions*, 12(1): 61-69.
- Rojas, P., C. Fragoso y W. P. Mackay. 2014. Ant Communities along a Gradient of Plant Succession in Mexican Tropical Coastal Dunes. *Sociobiology*, 61(2): 119-132.
- Schowalter, T. D. 2011. Insect ecology: an ecosystem approach. Academic Press. 632 pp.
- Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual review of ecology and systematics*, 15: 353-391.
- Triplehorn, A. C. y F. N. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Thomson brooks/cole, EUA. 864 pp.
- Williams, K. S. 1997. Terrestrial arthropods as ecological indicators of habitat restoration in southwestern North America. En: Urbanska, K. M., N. R. Webb y P. J. Edwards (eds.). *Restoration ecology and sustainable development*, 238-258.
- Yang, Z., X. Liu, M. Zhou, D. Ai, G. Wang, Y. Wang, C. Chu y J. T. Lundholm. 2015. The effect of environmental heterogeneity on species richness depends on community position along the environmental gradient. *Scientific Reports* 5: 15723.
- Zar, J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. EUA. 944 pp.
- Zang., Z.-Q. 2013. Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness. *Zootaxa*, 3703: 1-82.
- Zaragoza-Caballero, S., F. A. Noguera, E. González-Soriano, E. Ramírez-García y A. Rodríguez-Palafox. 2010. Insectos. Pp. 195-214. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel y R. Dirzo. (Eds.). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.