

DIVERSIDAD DE COLÉMBOLOS PODUROMORFOS (COLLEMBOLA: PODUROMORPHA) ASOCIADOS A LA HOJARASCA DE *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich, 1830 y *Guarea glabra* Vahl, 1807 EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Ariel E. Quintero-Ortiz, Alicia Callejas-Chavero, José G. Palacios-Vargas y Arturo García-Gómez

¹Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n, Cd. Universitaria C. P. 04510, Ciudad de México.

²Laboratorio de Ecología Vegetal, Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, Casco de Santo Tomás, Miguel Hidalgo. C. P. 11340, Ciudad de México.

*Autor para correspondencia: ariel_qo@ciencias.unam.mx

Recibido: 2/03/2018, Aceptado: 20/05/2018

RESUMEN: Los colémbolos son uno de los grupos de hexápodos, con mayor importancia edáfica, llegando a representar el 90 % de la fauna en el suelo, contribuyen en la formación del suelo y el ciclo de nutrientes. Existen factores bióticos, como macronutrientes en la hojarasca y abióticos (temperatura y humedad) que afectan las comunidades de estos organismos. En este estudio se comparó las comunidades de colémbolos asociados a la hojarasca de *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich, 1830 y *Guarea glabra* Vahl, 1807 en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz. Se colectó la hojarasca contenida en 40 bolsas de malla, 20 en marzo (secas) y las otras 20 en septiembre (lluvias). 10 de cada 20 para una especie vegetal. Se extrajeron los microartrópodos mediante embudos de Berlesse, para su cuantificación e identificación. Se colectaron 156 individuos pertenecientes a tres familias y siete especies, siendo Hypogastruridae la familia más diversa y abundante. La menor abundancia se registró en lluvias, mientras que la mayor en secas (46 y 110 organismos, respectivamente). La diversidad más alta se registró en *G. glabra*. Las comunidades de colémbolos cambian según la especie vegetal de la que proviene la hojarasca, pero no es diferente entre temporadas.

Palabras clave: Riqueza, Abundancia, Hojarasca, Sequías, Lluvias.

Diversity of poduromorphic springtails (Collembola: Poduromorpha) associated to leaf litter of *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich, 1830 and *Guarea glabra* Vahl, 1807 in “Los Tuxtlas”, Veracruz

ABSTRACT: Springtails are one of most important Hexapoda groups; they are 90% soil's fauna, contributing to soil formation and cycle's nutrient. Some biotic factors, such as macronutrients in the litter; and abiotic, such as temperature and humidity affect the springtails communities. In this work, we compared Collembolan communities associated to litter of *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich, 1830 and *Guarea glabra* Vahl, 1807 in the tropical rainforest Los Tuxtlas, Veracruz. We collected litter in 40 mesh bags; 20 in March (drought season), and 20 in September (rainy season); 10 of each plant per month. With Berlesse funnels microarthropods were extracted, for quantification and identification. A total of 156 specimens, from 3 families and 7 species were obtained. Hypogastrutidae was most diverse and abundant. The lowest abundance was found in the rainy season and the highest at drought (46 and 110 organisms, respectively). The highest diversity was recorded in *G. glabra*. Springtails communities change according to the plant from which the leaf litter come from, but there is no difference between seasons.

Keywords: Riches, Abundance, Leaf litter, Drought, Rains.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un sistema que mantiene la vida vegetal en todos los ecosistemas terrestres, ya que provee del soporte, nutrientes y oxígeno que las plantas requieren para su crecimiento. En él se encuentra una gran diversidad de formas de vida que participan en la movilización de la materia y energía (Foth, 1990; Coleman *et al.*, 2004).

Parte de la fauna edáfica presente en este ecosistema está constituida por los artrópodos, mismos que son particularmente importantes por formar parte de la red trófica, como depredadores y/o descomponedores (Speight *et al.*, 2008; Schowalter, 2016). Al fragmentar los residuos vegetales, ayudan a otros microorganismos facilitando su acceso al manto edáfico; además mezclan la materia orgánica aumentando la acción bacteriana y fúngica; así también reducen la inmovilización de nutrientes en los tejidos de hongos senescentes e influencia el movimiento de energía a través de la ingesta de la materia en descomposición (Edwards *et al.*, 1973; Aerts, 1997).

Los colémbolos son uno de los grupos con mayor importancia en el suelo, representando hasta el 90 % de la fauna edáfica (Johnston, 2000; Gómez-Anaya *et al.*, 2010), además tienen una influencia en la formación del suelo y el ciclo de nutrientes, al estimular el crecimiento vegetal, favorecer el crecimiento de hongos simbioses o mediante el consumo de hongos causantes de enfermedades (Lussenhop, 1996; Nakamura *et al.*, 1992). A pesar de que los colémbolos se encuentran en todos los ecosistemas terrestres del planeta existen factores que afectan la riqueza, abundancia y composición de sus comunidades, tales como el pH, la temperatura, el CO₂, la pendiente del terreno, la altitud, la humedad (Showalter, 2016; García-Gómez *et al.*, 2009; García Gómez *et al.*, 2011), así como la cantidad de macronutrientes, de metabolitos secundarios presentes en los restos vegetales, ya que pueden ralentizar el proceso de descomposición al afectar directamente a la fauna edáfica (colémbolos y ácaros) encargada de la descomposición (Irmeler, 2000; Arango-Galván, 2006; Chomel *et al.*, 2016). A pesar de la importancia que tienen los colémbolos en los sistemas terrestres, poco se sabe de su ecología, de allí que en este estudio se comparó las comunidades de colémbolos asociados a la hojarasca de *Faramea occidentalis* y *Guarea glabra* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, en dos meses representativos de temporada de lluvias y de secas.

MATERIALES Y MÉTODO

La selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz, tiene un clima cálido-húmedo con una temperatura mínima de 8 a 18 °C y una máxima promedio de 27 a 36 °C, aunque esta variará dependiendo de la zona ya que la orografía del lugar influye directamente en su temperatura (CONANP, 2006). Los ciclones tropicales y los “nortes” son dos fenómenos que afectan de manera importante a la región al aumentar los valores de precipitación, sobre todo en los meses de septiembre y octubre en el caso de los ciclones, y durante todo el invierno (Soto y Gama, 1997).

Dentro de la estación se eligieron al azar 10 árboles de *Faramea occidentalis* y 10 de *Guarea glabra*, debajo de cada árbol se colectó la mayor cantidad de hojas, procurando que tuvieran el menor grado de herbívora. La hojarasca colectada, se dividió y colocó en 40 bolsas hechas con malla mosquitero de 10 x 14 cm con abertura de malla de 5 mm; en cada bolsa se metieron 20 gr de hojarasca. Debajo de cada árbol se colocaron diez bolsas, dispuestas en línea recta, y sujetadas al suelo con estacas de aluminio para evitar la pérdida de las mismas.

Posteriormente, en cada mes de las temporadas, secas (marzo) y lluvias (septiembre), se colectó una bolsa de hojarasca de cada uno de los árboles teniendo un total de 10 bolsas de *G. glabra* y 10 de *F. occidentalis*.

Las bolsas de hojarasca se depositaron en recipientes de plástico para su traslado al Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos donde se extrajo la fauna mediante embudos de Berlese-Tullgren durante seis días (tres a temperatura ambiente y tres días con un foco de 25 watts)

preservando a los organismos en frascos con alcohol al 70 %. Una vez obtenida la fauna, los colémbolos fueron separados y cuantificados a nivel de especies con ayuda de un microscopio estereoscópico; para su identificación, se montaron 4 ejemplares de cada especie en una preparación semipermanente en líquido de Hoyer, siguiendo la técnica sugerida por Palacios-Vargas y Mejía-Recamier (2007).

Con los datos de riqueza y abundancia relativa de los colémbolos se calculó el índice de diversidad de Shannon (H'), la equitatividad con el índice de Pielou (J'). Para averiguar qué tan parecidas o diferentes son las comunidades de colémbolos entre temporadas y especies vegetales, se estimó el coeficiente de similitud de Sørensen. Así mismos, para determinar si la diversidad de las comunidades de colémbolos difería entre especies vegetales y entre temporadas (secas y lluvias) se realizó una prueba de "t" pareada. Los análisis se realizaron con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 156 colémbolos ubicados en cinco grupos taxonómicos y siete especies para las dos temporadas (lluvias y secas). La menor abundancia se registró en la temporada de lluvias (46 organismos), mientras que la mayor abundancia en la temporada de secas con (110 organismos), el grupo taxonómico mejor representado corresponde a la familia Hypogastruridae, seguida de Neanuridae y Brachystomellidae con cinco, una y una especie respectivamente, (Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Grupos taxonómicos y número de individuos registrados, en las dos especies vegetales dominantes en la selva de los Tuxtlas, Veracruz.

Familia	Grupo taxonómico	<i>Guarea glabra</i>	<i>Faramea occidentalis</i>
Hypogastruridae	<i>Xenylla humicola</i> Fabricius, 1780	18	4
Hypogastruridae	<i>Xenylla welchi</i> Folsom, 1916	6	7
Hypogastruridae	<i>Xenylla</i> sp.	35	32
Hypogastruridae	<i>Ceratophysella</i> sp.	22	4
Brachystomellidae	<i>Rapoportella</i> sp.	2	0
Brachystomellidae	<i>Brachystomella stachi</i> Mills, 1934	9	0
Neanuridae	<i>Pseudachorutes</i> sp.	6	11

En ambas temporadas para las dos especies de árboles, el colémbolo más abundante fue *Xenylla* sp. seguido de *Ceratophysella* sp. con 67 y 26 individuos respectivamente. Hypogastruridae, fue la familia de mayor riqueza y abundancia, esto puede deberse a que es una familia poco susceptible a los cambios de humedad en el suelo, además de que varias especies de *Xenylla* presentan resistencia a la desecación, como ya se ha reportado (Leinaas y Sømme, 1984; Gómez-Anaya *et al.*, 2010; Fig. 1 y 2).

Riqueza y Diversidad. La mayor riqueza y abundancia se registraron en la época de secas (marzo), en comparación con lluvias (septiembre), esto se puede atribuir al hecho de que las precipitaciones de la temporada de lluvias, ocasionaron el lavado de la hojarasca, tanto de elementos bioquímicos como de colémbolos; otra explicación puede ser que en la temporada de secas la heterogeneidad del ambiente incrementa favoreciendo la presencia de microambientes aptos para los colémbolos, resultado que coincide con lo reportado por García-Gómez *et al.* (2011) quienes registraron una mayor diversidad de colémbolos en época de secas, asociando a la heterogeneidad del terreno y a la formación de microambientes con humedad adecuada para el desarrollo de los colémbolos.

Es importante resaltar que independientemente de la temporalidad, se registró una mayor riqueza y abundancia de colémbolos en *G. glabra* en comparación con *F. occidentalis* (Cuadro 2). Esta diferencia se podría atribuir a la composición química de las especies vegetales. En este caso, *F. occidentalis* posee altas concentraciones de alcaloides y cumarinas, compuestos que afectan la alimentación y desarrollo de los organismos detritívoros (Bullaín-Galardis *et al.*, 2014; Chomel *et al.*,

2016). Por otra parte, *G. glabra*, presenta bajas concentraciones de alcaloides y terpenos, mismos que parecen no tener un efecto importante sobre la mesofauna detritívora (Pereira *et al.*, 2012; Paritala *et al.*, 2015).

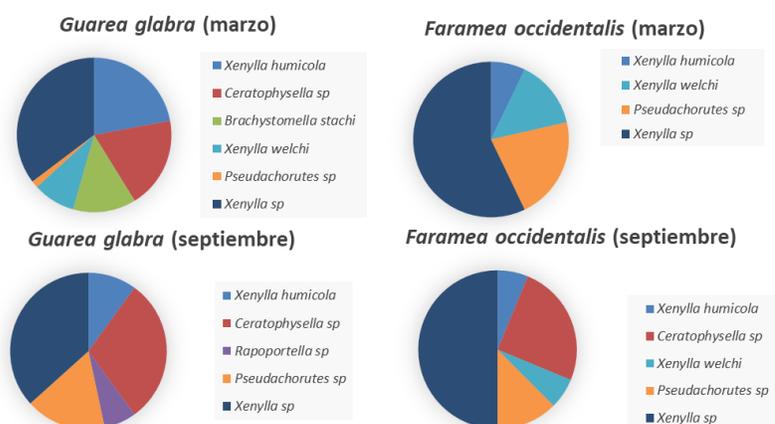


Figura 1. Composición de la comunidad de poduromorfos (Collembola) en época de secas (marzo) y lluvias (septiembre), en la hojarasca de *Guarea glabra* y *Faramaea occidentalis*.

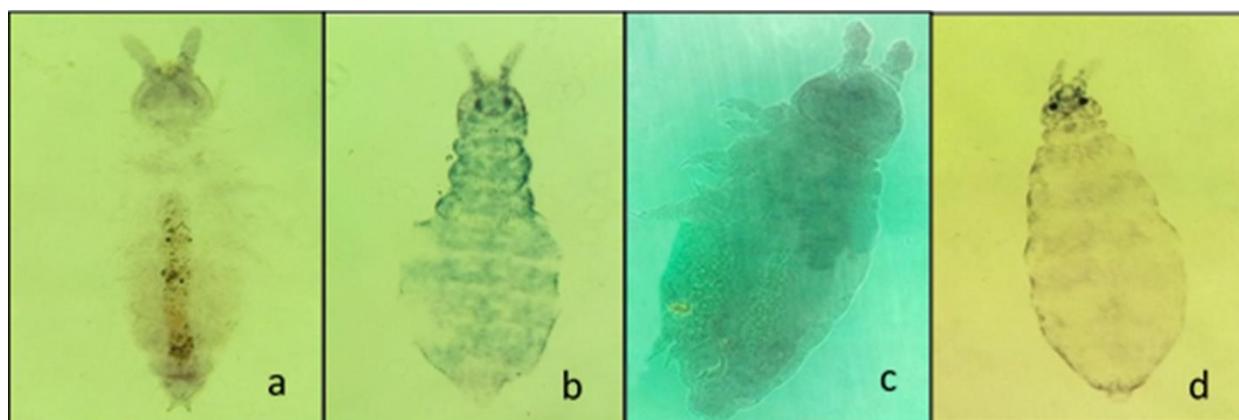


Figura 2. Ejemplos de especies encontrados en las colectas: a) *Ceratophysella sp*. b) *Pseudachorutes sp*. c) *Rapoportella sp*. d) *Xenylla humicola*.

Al comparar el índice de diversidad entre *G. glabra* y *F. occidentalis*, sin considerar la temporalidad, se obtuvo que los valores de diversidad fueron significativamente ($t_{(106.66)} = 3.04$; $p = 0.0029$) más altos, en *G. glabra* que en *F. occidentalis* ($H' = 1.65$ y $H' = 1.27$ respectivamente), lo que sugiere que *G. glabra* es mejor recurso (materia orgánica) para los colémbolos que *F. occidentalis*.

De acuerdo con el análisis de varianza para averiguar si había diferencias significativas entre el índice de diversidad de *G. glabra* y *F. occidentalis*, considerando la temporalidad (lluvias vs secas), los valores de diversidad más altos se registraron en la temporada de secas tanto para *G. glabra* como para *F. occidentalis* ($H' = 1.6$ y $H' = 1.3$ respectivamente). Esto significa que, en la temporada de secas, la Selva de los Tuxtlas ofrece condiciones adecuadas para el desarrollo de los colémbolos independiente del origen de la materia orgánica. Sin embargo, al comparar los índices de diversidad al interior de cada especie considerando la temporalidad, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(55.69)} = 1.17$; $p = 0.288$; $t_{(26.86)} = 0.40$; $p = 0.68$ respectivamente). Es decir, que las comunidades de colémbolos asociados a la hojarasca de *G. glabra* y/o *F. occidentalis* son iguales tanto en secas como en lluvias.

Estos resultados difieren de los reportados por Arango-Galván (2006) y Palacios-Vargas *et al.* (1999), quienes observaron un incremento en la riqueza, abundancia y diversidad de colémbolos en la temporada de lluvias, y coincide con Hasegawa (2002) quien reportó una disminución en la abundancia de colémbolos en general durante lluvias en bosques de Pino y Encino, aunque ese comportamiento varía según las especies de colémbolos que constituyen la comunidad.

La equidad para las comunidades de colémbolos, en ambas especies vegetales tiende a ser alta, esto indica que son comunidades homogéneas, dentro de las cuales no hay especies dominantes (Cuadro 2).

Con respecto a coeficiente de similitud tomando en cuenta la temporalidad (lluvias *vs* secas), los resultados mostraron que las comunidades de colémbolos al interior de cada una de las especies vegetales son muy parecidas entre sí. Para *G. glabra* se obtuvo un C.S. = 0.90, comparten cinco de las siete especies registradas; mientras *F. occidentalis* presentó el C.S. = 0.88, compartiendo cuatro de las cinco especies registradas (Cuadro 2), lo que indica que las comunidades de colémbolos en una misma especie vegetal, no cambia entre temporadas, se mantienen muy parecida en secas y lluvias. Es importante resaltar que algunas especies de colémbolos sólo están presentes en lluvias y otras en secas. Por ejemplo, *Brachystomella stachi* sólo se registró en secas y *Rapoportella* sp. en lluvias en *G. glabra*, mientras que *Ceratophysella* sp. sólo se registró en lluvias en ambas especies vegetales (Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 2. Riqueza y diversidad de las comunidades de colémbolos asociados a la hojarasca de *Guarea glabra* y *Faramea occidentalis* en la selva de los Tuxtlas, Veracruz.

Variable	<i>Guarea glabra</i>		<i>Faramea occidentalis</i>	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Riqueza (S')	6	5	4	5
Abundancia	68	30	42	16
Diversidad (H')	1.6	1.43	1.3	1.1
Equidad (J)	0.87	0.88	0.80	0.80
Similitud	0.90		0.88	

CONCLUSIÓN

En *Guarea glabra* se registró mayor riqueza, abundancia y diversidad de colémbolos que en *Faramea occidentales*. De manera general al comparar para las dos especies vegetales el índice de diversidad entre secas y lluvias, la temporada de secas resultó ser la temporada en la que se registró mayor diversidad de colémbolos. Sin embargo, no se encontró un efecto estadísticamente significativo de la temporalidad (lluvias *vs* secas) sobre la comunidad de colémbolos al interior de cada especie vegetal.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del Proyecto PAPIIT (UNAM) IN214816: Ecología de Microartrópodos de la selva de Los Tuxtlas, Veracruz a cargo del Dr. José Guadalupe Palacios Vargas. Se agradece el apoyo de Santiago Sinaca y Fernando Villagomez en el trabajo de campo, al igual que a Isaac Cruz, y Maira Montejo por las asesorías brindadas.

Literatura citada

- AERTS, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79(3): 439–449.
- ARANGO-GALVÁN, A. 2006. *Heterogeneidad Espacial y Dinámica de la descomposición de hojarasca de cuatro especies abundantes en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. 78 pp.

- BULLAÍN-GALARDIS, M. M., TORRES-RODRÍGUEZ, E. Y R. HERMOSILLA-ESPINOZA. 2014. Tamizaje fitoquímico de los extractos de *Farama occidentalis* (L.) A. Rich. (nabaco). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1): 421–432.
- CHOMEL, M., GUITTONNY-LARCHEVÊQUE, M., FERNÁNDEZ, C., GALLET, C., DESROCHERS, A., PARÉ, D., JACKSON, B. G. AND V. BALDY. 2016. Plant secondary metabolites: a key driver of litter decomposition and soil nutrient cycling. *Journal of Ecology*, 104(6): 1527–1541.
- COLEMAN, D. C, CROSSLEY, D. A, AND P. F. HENDRIX. 2004. *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. Pp. 404.
- CONANP. 2006. *Programa de Conservación y Manejo: Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas*. México, D. F.: CONANP.
- EDWARDS, C. A., REICHLER, D. E. AND D. A. CROSSLEY JR.. 1973. The Role of Soil Invertebrates in Turnover of Organic Matter and Nutrients. Pp. 147–172. In: D. E. Reichle (Ed.), *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*. New York: Springer-Verlag.
- FOTH, H. D. 1990. *Fundamentals of soil science*. John Wiley & Sons. New York, USA. 382 pp.
- GARCÍA-GÓMEZ, A., CASTAÑO-MENESES, G., AND J. G. PALACIOS-VARGAS. 2009. Diversity of springtails (Hexapoda) according to an altitudinal gradient. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(8): 911–916.
- GARCÍA-GÓMEZ, A., CASTAÑO-MENESES, G. Y J. G. PALACIOS-VARGAS. 2011. Distribución y diversidad de colémbolos (Hexapoda: Collembola) en el gradiente altitudinal de un bosque templado en México. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 315–327.
- GÓMEZ-ANAYA, J. A., PALACIOS-VARGAS, J. G. Y G. CASTAÑO-MENESES. 2010. Abundancia de colémbolos (Hexapoda: Collembola) y parámetros edáficos de una selva baja caducifolia. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1): 96–105.
- HAMMER, R., HARPER, D. A. T. AND P. D. RYAN. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis–Palaeontol. *Electron*, 4: 1–9.
- HASEGAWA, M. 2002. The response of collembolan community to the amount and composition of organic matter of a forest floor. *Pedobiologia*, 46, 353–364.
- IRMLER, U. 2000. Changes in the fauna and its contribution to mass loss and N release during leaf litter decomposition in two deciduous forests. *Pedobiologia*, 44(2):105–118.
- JOHNSTON, J. M. 2000. The Contribution of Microarthropods to Above ground Food Webs: A Review and Model of Belowground Transfer in a Coniferous Forest. *The American Midland Naturalist*, 143(706): 226–238.
- LEINAAS, H. P. AND L. SØMME. 1984. Adaptations in *Xenylla maritima* and *Anurophorus laricis* (Collembola) to lichen habitats on alpine rocks. *Oikos*, 43(2): 197–206.
- LUSSENHOP, J. 1996. Collembola as mediators of microbial symbiont effects upon soybean. *Soil Biology and Biochemistry*, 28(3): 363–369.
- NAKAMURA, Y., MATSUZAKI, I. AND J. ITAKURA. 1992. Effect of grazing by *Sinella curviseta* (Collembola) on *Fusarium oxysporum* f. sp. cucumerinum causing cucumber disease. *Pedobiologia*, 36(3): 168–171.
- PALACIOS-VARGAS, J. G., CASTAÑO-MENESES, G, AND A. P. RUBIO. 1999. Phenology of canopy arthropods of a tropical deciduous forest in western Mexico. *Pan-Pacific Entomologist*, 75(4): 200–211.
- PALACIOS-VARGAS, J. G. Y B. E. MEJÍA-RECAMIER. 2017. Artrópodos de la canopia en la selva tropical húmeda de los Tuxtlas, Veracruz con énfasis en Collembola. *Entomología mexicana*: 4: 90–95.
- PARITALA, V., CHIRUVELLA, K. K., THAMMINENI, C., GHANTA, R. G. AND A. MOHAMMED. 2015. Phytochemicals and antimicrobial potentials of mahogany family. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 25(1): 61–83.
- PEREIRA, C., BARRETO, C. B., KUSTER, R. M., SIMAS, N. K., SAKURAGUI, C. M., PORZEL, A. AND L. WESSJOHANN. 2012. Flavonoids and a neolignan glucoside from *Guarea macrophylla* (Meliaceae). *Quimica Nova*, 35(6): 1123–1126.
- SCHOWALTER, T. D. 2016. *Insect ecology: An ecosystem approach*. Academic Press. London, UK. 753 pp.
- SOTO, M. Y L. GAMA. 1997. Climas. In: E. González-Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (Eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas* (p. 647). México, D.F.: UNAM-CONABIO
- SPEIGHT, M. R., HUNTER, M. D. AND A. D. WATT. 2008. *Ecology of Insects: Concepts and Applications*. Wiley-Blackwell. 684 pp.