

HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ASOCIADAS A TRES TIPOS DE VEGETACIÓN DE UN PAISAJE AGROPECUARIO EN VERACRUZ

Gibrán R. Pérez-Toledo, Jorge E. Valenzuela-González, Catalina Flores-Galván, Claudia Gallardo-Hernández, Víctor Vásquez-Reyes y Miguel Á. García-Martínez✉

Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México.

✉ Autor de correspondencia: magarciamartinez@hotmail.com

RESUMEN. En el presente trabajo comparamos la riqueza y composición de especies de hormigas de la hojarasca entre fragmentos de bosque mesófilo, remanentes de vegetación ribereña y potreros de uso ganadero en el centro de Veracruz. Los muestreos se realizaron en la época de lluvias de 2015, colectando diez muestras de 1 m² de hojarasca que fueron procesados en sacos Winkler. En total se colectaron 912 obreras pertenecientes a 54 especies, 25 géneros, 14 tribus y ocho subfamilias. El promedio de la completitud del muestreo fue 73 % con un rango de variación del 20-95 %. La riqueza de los sitios varió significativamente entre ocho y 22 especies. Los fragmentos de bosque y los remanentes ribereños no presentaron diferencias entre ellos, pero sí de ambos con el pastizal. La riqueza de hormigas podría considerarse como una función de la complejidad estructural de la vegetación. La simplificación estructural del hábitat causada por la conversión de los fragmentos de vegetación nativa a pastizales de uso ganadero aumenta significativamente la disimilitud en el paisaje. Los remanentes de vegetación ribereña representan un refugio para las hormigas de la hojarasca, las cuales se asocian mayormente a bosque mesófilo de montaña.

Palabras clave: Mirmecofauna, remanente ribereño, bosque mesófilo, pastizal, composición taxonómica.

Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with three vegetation types in an agricultural landscape in Veracruz

ABSTRACT. In this study we compared species richness and composition of leaf-litter ants among cloud forest fragments, riparian remnants and cattle pastures in central Veracruz. The sampling were carried out during the rainy season of 2015, we collected ten 1 m²-leaf-litter samples and they were processed in Winkler sacks. Overall, we collected 912 ant workers belonging to 54 species, 25 genera, 14 tribes and 8 subfamilies. The average of sampling completeness was 73% (range: 20 – 95%). Richness significantly varied from 8 to 22 species. Forest fragments and riparian remnants were not significantly different between each other but do with the cattle pastures. Richness could be framed as function of vegetation structural complexity. Habitat structural simplification caused by habitat transformation of native vegetation to cattle pastures increases dissimilarity in the landscape. Remnants of riparian vegetation represents a refuge for leaf-litter ants, which are mainly associated with tropical mountain cloud forest.

Keywords: Myrmecofauna, riparian remnant, cloud forest, grassland, taxonomic composition.

INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos tropicales sufren una acelerada transformación hacia otros usos de suelo, formando mosaicos de paisajes integrados por diversos hábitats antropogénicos y remanentes de vegetación nativa (Williams-Linera *et al.*, 2002). En estos paisajes transformados, los remanentes de vegetación ribereña (RVR) actúan como reservorios importantes para la biodiversidad local y regional (García-Martínez *et al.*, 2015). Éstos son la vegetación inmediatamente adyacente a los arroyos o ríos caracterizados por especies vegetales y formas de vida que difieren de aquellas de los bosques circundantes (Granados-Sánchez *et al.*, 2006).

Aunque algunas investigaciones han señalado la importancia de los RVR para albergar una alta biodiversidad (García-Martínez *et al.*, 2015), aún falta por hacer trabajos sobre insectos terrestres en dichos ambientes (Granados-Sánchez *et al.*, 2006). Las hormigas son un grupo diverso y abundante de la entomofauna tropical y subtropical (Hölldobler y Wilson, 1990). Estos insectos

son sensibles a los cambios del hábitat y a menudo se utilizan como bioindicadores (Hoffmann y Andersen, 2003), pues se ha demostrado que los estudios sobre riqueza y composición de especies en ensambles de hormigas de la hojarasca son componentes clave para estudiar los patrones de respuesta a escala de hábitat (García-Martínez *et al.*, 2015). Esto hace a la mirmecofauna de la hojarasca un óptimo grupo focal para estudiar la ecología de las comunidades de invertebrados altamente diversos (Silva y Brandão, 2010). La aplicación de estos estudios en ecosistemas tropicales amenazados como los bosques mesófilos (Williams-Linera *et al.*, 2002), permitiría conocer su función como reservorios de diversidad y tendría implicaciones importantes para la conservación de la fauna y flora. Por ello, el presente trabajo comparó la riqueza y composición de especies de hormigas de la hojarasca entre fragmentos de bosque mesófilo, remanentes de vegetación ribereña y potreros de uso ganadero en el centro de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODO

El área de estudio se localizó entre los paralelos 19° 30' 19" N y 19° 32' 15" N y los meridianos 97° 00' 32" O y 96° 57' 04" O en el municipio de San Andrés Tlaxnelhuayocan, ubicado en la zona montañosa del centro de Veracruz, México. El clima es templado húmedo con lluvias todo el año y según la estación climatológica más cercana existe una época lluviosa de mayo a octubre, una seca fría de noviembre a febrero y una seca cálida de marzo a abril. La precipitación anual es de 1700 mm y la temperatura media de 18 °C y precipitación anual que oscila entre 1500 y 2000 mm (estación climatológica: 00030452 BRIONES, 19° 30' 30" N, 96° 56' 58" O, 1349 msnm, Williams-Linera *et al.*, 2002).

En el área de estudio se seleccionaron nueve sitios representando tres tipos de hábitat en el paisaje agropecuario: 1) tres fragmentos de bosque mesófilo de montaña (B1, B2 y B3) que representaron un hábitat con alta complejidad estructural, un dosel mayor a 20 m y un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 20 cm; 2) tres remanentes de vegetación ribereña (R1, R2 y R3) que representaron un hábitat con una complejidad estructural intermedia, una altura del dosel de 10 a 25 m y un DAP de 8 a 15 cm; y 3) tres pastizales de uso ganadero (P1, P2 y P3) representando el hábitat más simplificado con escasos árboles aislados de porte bajo (altura menor a 6 y DAP menor a 8 cm).

Las recolectas se realizaron en la época lluviosa de 2015. En cada sitio se definió un transecto de 200 m y cada 20 m de distancia se tomó una muestra de 1 m² de hojarasca. Dichas muestras se tamizaron con un cernidor de 1 cm² de apertura y se colocaron individualmente en bolsas de tela para transportarlas al laboratorio, en donde se depositaron en sacos Winkler por 96 h para la extracción de las hormigas.

Las hormigas capturadas se identificaron a género con la clave de MacKay y MacKay (1989), mientras que en la determinación específica se utilizaron distintas claves (Longino 2010, 2011, 2013). Una colección de referencia se depositó en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C. (IEXA; registro SEMARNAT: ver.in0480198).

La completitud del inventario de especies de hormigas se estimó como la cobertura de la muestra en cada sitio (Chao y Jost, 2012). Para comparar la riqueza de especies se estandarizaron los ensambles a la misma completitud (muestras comparadas a porciones iguales de la comunidad) a través de la extrapolación e interpolación de las coberturas de sus muestras de referencia ($\hat{C}_n = 74$ %; Chao y Jost, 2012). Estos cálculos se realizaron con el programa iNEXT (Hsieh *et al.*, 2013). La comparación en composición se hizo por medio del índice de similitud de Jaccard. Adicionalmente, para comparar los agrupamientos obtenidos con el índice de Jaccard, se realizó la prueba del perfil de similitud (SIMPROF) usando el programa PRIMER v 1.0.8 (Clarke y Gorley 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mirmecofauna de hojarasca se integró en total por 912 obreras pertenecientes a 54 especies, 25 géneros, 14 tribus y ocho subfamilias. El género *Pheidole* presentó la mayor riqueza (9 spp.), seguido por *Stenamma* (6), *Hypoponera* (4), *Adelomyrmex*, *Gnamptogenys*, *Nylanderia* y *Solenopsis* (3) y finalmente los géneros *Brachymyrmex*, *Carebara*, *Cyphomyrmex*, *Labidus* y *Strumigenys* con dos. Los 13 géneros restantes estuvieron representados únicamente por una especie. Al existir fragmentos de bosques y remanentes ribereños con estadios sucesionales de diferentes edades e historias naturales (ver sección de Materiales y Métodos), se da la oportunidad algunas especies con diferentes requerimientos alimenticios y de condiciones climáticas los habiten de forma diferencial (Cuadro 1). De acuerdo con Groc *et al.* (2013) y Longino (2010, 2011, 2013), el 20 % del total de especies colectadas son hábitos especialistas y recurrentes en lugares poco perturbados como las pertenecientes a los géneros *Cyphomyrmex*, *Discothyrea*, *Eurhopalothrix*, *Proceratium* y *Stigmatomma* (Cuadro 1). En contraste, especies de hábitos generalistas, como las de los géneros *Solenopsis*, *Tapinoma* y *Brachymyrmex* recolectadas en los potreros, son comunes en hábitats transformados y abiertos (Longino, 2010).

El promedio de la completitud del muestreo fue del 73 % con un rango de variación del 20 (observado en P3) al 95 % (en R3). La riqueza de los sitios varió significativamente entre ocho (observadas en P2) y 22 (en B3) especies (Fig. 1). Éstos resultados sugieren que la riqueza de especies disminuye significativamente en hábitats estructuralmente simplificados, como en los potreros muestreados.

Cuadro 1. Frecuencia de captura de las especies de hormigas colectadas en fragmentos de bosque mesófilo de montaña, remanentes de vegetación ribereña y pastizales de uso ganadero en el centro de Veracruz, México.

Subfamilia	Tribu	Especie	Bosque	Pastizal	Ribereño	
Amblyoponinae	Amblyoponini	<i>Stigmatomma orizabanum</i> Brown, 1960*	2		2	
Dolichoderinae	Tapinomini	<i>Tapinoma ramulorum</i> Emery, 1896	1			
Dorylinae	Cerapachyini	<i>Cerapachys</i> sp. 1*	1			
		<i>Labidus coecus</i> Latreille, 1802*	1			
	Ecitonini	<i>L. praedator</i> (Smith, 1858)	1	3		
Ectatomminae	Ectatommini	<i>Gnamptogenys bisulca</i> Kempf & Brown, 1968		1		
		<i>Gnamptogenys</i> sp. 1 *	1		2	
		<i>Gnamptogenys strigata</i> (Norton, 1868)	17	5	15	
Formicinae	Camponotini	<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	1			
	Lasiini	<i>Acropyga exsanguis</i> (Wheeler, 1909)*			1	
	Plagiolepidini	<i>Brachymyrmex musculus</i> Forel, 1899			4	
		<i>Brachymyrmex</i> sp. 1			1	1
		<i>Nylanderia</i> sp. 1	7			5
		<i>Nylanderia</i> sp. 2				4
	<i>Nylanderia steinheili</i> (Forel, 1893)	14	1		2	
Myrmicinae	Attini	<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)		1		
		<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1 *	1			
		<i>Eurhopalothrix</i> sp. 1 *	1			
		<i>Pheidole nubicola</i> Wilson, 2003	3			
		<i>Pheidole</i> sp. 1	2			
		<i>Pheidole</i> sp. 2	1			
		<i>Pheidole</i> sp. 3			1	

Cuadro 1 Continuación

Subfamilia	Tribu	Especie	Bosque	Pastizal	Ribereño	
Myrmicinae	Attini	<i>Pheidole</i> sp. 3		1		
		<i>Pheidole</i> sp. 4	3			
		<i>Pheidole</i> sp. 5	5		4	
		<i>Pheidole</i> sp. 6	2			
		<i>Pheidole</i> sp. 7		2		
		<i>Pheidole</i> sp. 8	6		6	
		<i>Strumigenys brevicornis</i> Mann, 1922	20	1	14	
		<i>Strumigenys</i> sp. 1		3		
		Crematogastrini	<i>Carebara</i> sp. 1	3	1	1
			<i>Carebara</i> sp. 2	1		
	<i>Leptothorax</i> sp. 4			1		
	<i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander, 1846)		1			
	Solenopsidini	<i>Adelomyrmex paratristani</i> Longino, 2012	10	2	11	
		<i>A. tristani</i> (Menozzi, 1931)*	19		17	
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 1		1		
		<i>Monomorium ebeninum</i> Forel, 1891		1		
		<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	5	8	6	
		<i>S. picea</i> Emery, 1896	1	4	1	
		<i>Solenopsis</i> sp. 2		1		
		Stenammini	<i>Stenamma vexator</i> Branstetter, 2013	8		2
	<i>Stenamma</i> sp. 1		14		7	
	<i>Stenamma</i> sp. 2				1	
	<i>Stenamma</i> sp. 3		1		3	
	<i>Stenamma</i> sp. 4		1		1	
	<i>Stenamma</i> sp. 5		10		1	
	Ponerinae	Ponerini	<i>Belonopelta</i> sp.		1	
			<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887)	1	4	1
<i>H. opacior</i> (Forel, 1893)			1			
<i>Hypoponera</i> sp. 1			7			
<i>Hypoponera</i> sp. 2			3			
<i>Ponera pennsylvanica</i> Buckley, 1866*			14		8	
Proceratiinae	Proceratiini	<i>Discothyrea</i> sp.*	2		1	
		<i>Proceratium</i> sp.*	1			

*Especies consideradas por Groc *et al.* (2013) y Longino (2010, 2011, 2013) como especialistas de hábitats poco perturbados.

La riqueza más alta fue registrada en los sitios de bosque (hábitats estructuralmente más complejos), seguida por los remanentes de vegetación ribereña (que presentan un nivel intermedio de complejidad) y finalmente las más bajas se observaron en los pastizales de uso ganadero (hábitats con alta simplificación de la vegetación). Éste patrón coincide con otros estudios llevados a cabo en regiones de bosque mesófilo de montaña donde se ha reportado que la riqueza está relacionada positivamente con la complejidad estructural de la vegetación y negativamente con la intensidad de las perturbaciones ocasionadas por la transformación de hábitat (Bustos y Ulloa-Chacón 1997; Estrada y Fernández 1999; Schonberg *et al.*, 2004; García-Martínez *et al.*, 2016).

Respecto a la similitud composicional de la vegetación, se obtuvo una separación ($\pi = 2.85$, $P = 0.004$) entre el agrupamiento de los potreros (P1-P3) en el nivel más bajo de similitud (Índice de

Jaccard = 14.86 %, Fig. 2). Otra separación ($\pi = 2.96$, $P = 0.04$), se registró a una similitud del 20.11 % entre el bosque B2 y el resto de los bosques y los remanentes de vegetación ribereña. En tanto que los dos fragmentos de bosque y los remanentes de vegetación ribereña no presentaron diferencias significativas ($\pi = 1.79$, $P = 0.47$). Estos resultados podrían indicar una separación de los ensambles de hormigas en función de un gradiente de complejidad estructural en la vegetación. En general los sitios más simplificados, se separaron del resto de los remanentes y los bosques, posiblemente porque la diversidad beta está influenciada por filtros ambientales en cada hábitat, lo que limita o favorece el establecimiento de ciertas especies de hormigas (Rocha-Ortega y Favila, 2013).

Respecto al recambio de especies entre los diferentes hábitats muestreados, el 57.4 % del total de especies fueron exclusivas a un solo tipo de hábitat, mientras que el 14.8 % estuvieron compartidas por los tres hábitats (Cuadro 2). El hábitat con el mayor número de especies exclusivas fue el bosque mesófilo seguido por el pastizal ganadero y el remanente ribereño. En general se observó que el hábitat de bosque mesófilo de montaña y el de los remanentes ribereños comparten el 24 % del total de especies colectadas. Estos resultados coinciden con los presentados por García-Martínez *et al.* (2015) quienes mencionan que aproximadamente el 26 % de las 53 especies colectadas, en 12 remanentes ribereños, están compartidas con fragmentos de bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. Este hallazgo sugeriría que los remanentes ribereños aumentan la capacidad de dispersión de las especies de bosque mesófilo en el paisaje agropecuario, puesto que una cuarta parte de la mirmecofauna regional se distribuye en fragmentos de bosque y remanentes ribereños.

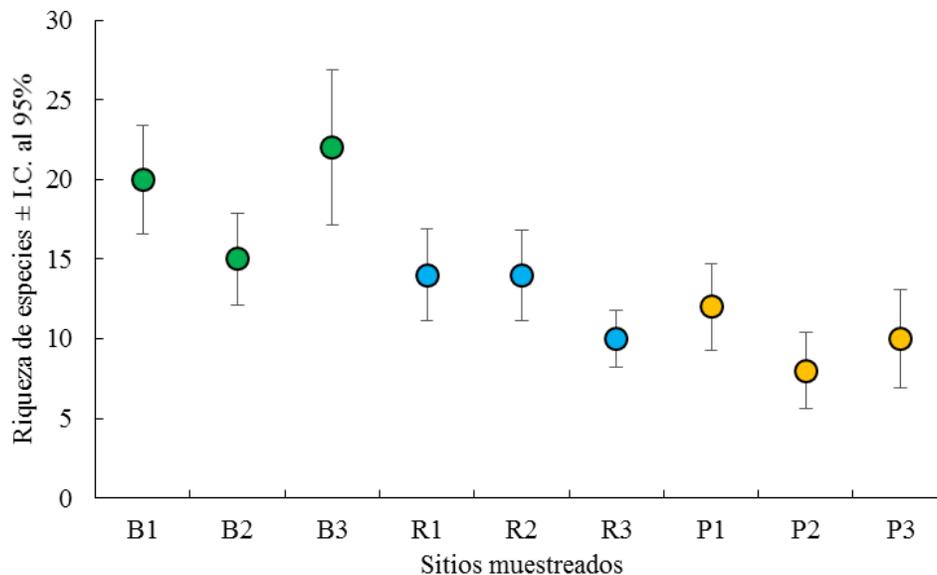


Figura 1. Comparación de la riqueza de especies de hormigas asociada a fragmentos de bosque mesófilo de montaña (B1 a B3), remanentes de vegetación ribereña (R1 a R3) y pastizales de uso ganadero (P1 a P3).

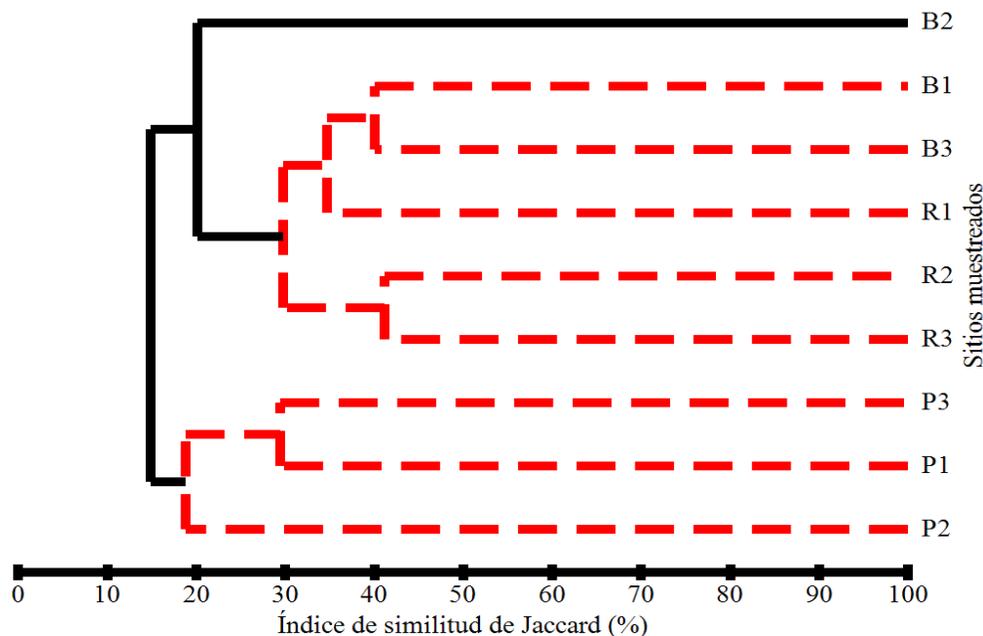


Figura 2. Dendrograma de agrupamiento jerárquico estándar basado en el índice de similitud de Jaccard de los ensambles de hormigas de la hojarasca asociados a fragmentos de bosque mesófilo de montaña (B1 a B3), remanentes de vegetación ribereña (R1 a R3) y pastizales de uso ganadero (P1 a P3). Las líneas continuas indican las divisiones para las cuales la prueba SIMPROF rechaza a la hipótesis nula (donde los ensambles agrupados no tienen otra estructura para explorar) y las líneas discontinuas en rojo agrupan los ensambles no separados (a una probabilidad < 0.05) por SIMPROF.

Cuadro 2. Número de especies exclusivas a cada tipo de hábitat (valor en la diagonal), número de especies compartidas entre los hábitats (valor por arriba de la diagonal) e índice de similitud de Jaccard (valores por bajo la diagonal).

	Bosque	Potrero	Ripario
Bosque	17	1	13
Potrero	17.64	11	1
Ripario	48.83	24.32	3

CONCLUSIÓN

La riqueza de especies de los ensambles de hormigas de la hojarasca en San Andrés Tlanelhuayocan, Veracruz, podría considerarse como una función de la complejidad estructural de la vegetación en los principales hábitats del paisaje agropecuario estudiado. La simplificación estructural del hábitat causada por la conversión de los fragmentos de vegetación nativa a pastizales de uso ganadero aumenta significativamente la disimilitud en el paisaje. Los remanentes de vegetación ribereña representan un refugio para el 24 % de las especies de hormigas de la hojarasca asociadas a bosque mesófilo de montaña.

Agradecimientos

A Javier Tolome Romero por su ayuda durante la fase de campo y a Luis N. Quiroz Robledo y Dora Luz Martínez Tlapa por ayuda en la corroboración de las especies de hormigas colectadas.

Literatura Citada

- Bustos, H. y P. Ulloa-Chacón. 1997. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 45: 259–266.
- Chao, A. and L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93: 2533–2547.
- Clarke, K. and R. Gorley. 2006. *User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd.*, Plymouth, United Kingdom.
- Estrada, C. y C. Fernández. 1999. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 47: 189–201.
- García-Martínez, M. A., Escobar-Sarria, F., López-Barrera, F., Castaño-Meneses, G. and J. E. Valenzuela-González. 2015. Value of Riparian Vegetation Remnants for Leaf-Litter Ants in a Human-Dominated Landscape. *Environmental Entomology*, 44(6): 1488–1497.
- García-Martínez, M. A., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N. and J. E. Valenzuela-González. 2015. Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) response to habitat characteristics of tropical montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist*, 99 (2): 1–9.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. y G. López-Ríos. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo*, 12: 55–69.
- Groc, S., Delabie, J. H., Fernández, F., Leponce, M., Orivel, J., Silvestre, R., Vasconcelos, H. L. and A. Dejean. 2013. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover. *Myrmecological News*, 19: 43–51.
- Hoffmann, B. D. and A. N. Andersen. 2003. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. *Austral Ecology*, 28: 444–464.
- Hölldobler, B. and E. Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard Belknap, Cambridge. 746 p.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. and A. Chao. 2013. iNEXT Online: Interpolation and Extrapolation (Version 1.0) [Software]. <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>. (Fecha de consulta: 13-III-2016).
- Longino, J. T. 2010. *Ants of Costa Rica*. The Evergreen State College, Olympia WA 98505 USA. <http://www.evergreen.edu/ants/antsofcostarica.html>. (Fecha de consulta: 5-III-2016).
- Longino, J. T. 2012. A review of the ant genus *Adelomyrmex* Emery 1897 (Hymenoptera, Formicidae) in Central America. *Zootaxa*, 3456: 1–35.
- Longino, J. T. 2013. A review of the Central American and Caribbean species of the ant genus *Eurhopalothrix* Brown and Kempf, 1961 (Hymenoptera, Formicidae), with a key to New World species. *Zootaxa*, 3693:101–151.
- Mackay, W. P. and E. Mackay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae), Pp. 1–82. In: Quiroz-Robledo, L. N. and L. M. P. Garduño-Hernández (Eds.), *Memorias del II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Sociedad Mexicana de Entomología, Oaxtepec, Morelos, México.
- Rocha-Ortega, M. and M. E. Favila. 2013. The recovery of ground ant diversity in secondary Lacandon tropical forests. *Journal of Insect Conservation*, 17: 1161–1167.
- Schonberg L. A., Longino, J. T., Nadkarni, N. M., Yanoviak, S. P. and J. C. Gering. 2004. Arboreal ant species richness in primary forest, secondary forest, and pasture habitats of a tropical montane landscape. *Biotropica*, 36: 402–409.
- Silva, R. R. and C. R. F. Brandão. 2010. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. *Ecological Monographs*, 80: 107–124.
- Williams-Linera, G., Manson, R. H. and E. Isunza-Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8: 73–89.