

MIRMECOFAUNA ASOCIADA A REMANENTES DE VEGETACIÓN RIBEREÑA DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN UN PAISAJE DE USO HUMANO DEL CENTRO DE VERACRUZ

Miguel Á. García-Martínez¹, Federico Escobar-Sarria², Jorge E. Valenzuela-González³, Dora L. Martínez-Tlapa⁴, Gibran Renoy Pérez-Toledo⁵ y Paola Andrea González⁶. ^{1,3,4,5} Red de Ecología Funcional. ^{2,6} Red de Ecoetología. Instituto de Ecología A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México. ¹miguel.garcia@posgrado.inecol.edu.mx, ²escobarf@gmail.com, ³jorge.valenzuela@inecol.mx, ⁴eartdoris24@hotmail.com, ⁵slipknot_gibran@hotmail.com, ⁶pagvanegas@gmail.com.

RESUMEN: Los ambientes ribereños constituyen elementos importantes para la biodiversidad. En este trabajo se estudia la riqueza de hormigas de la hojarasca asociada a remanentes de vegetación ribereña de bosque mesófilo de montaña en tres zonas del centro de Veracruz, México. En total se capturaron 8,684 individuos pertenecientes a 55 especies, 22 géneros, 15 tribus y ocho subfamilias. La completitud del muestreo y la riqueza de especies fueron mayores en la zona norte que en la centro y sur. Estos resultados sugieren que la riqueza de especies de hormigas en las tres zonas muestreadas refleja la calidad de la matriz adyacente a cada remanente de vegetación riparia. El presente estudio indica que los remanentes de vegetación riparia en la región presentan un gradiente en la calidad del paisaje, la cual influye de forma significativa sobre los ensambles de hormigas de la hojarasca.

Palabras clave: hormigas, cobertura forestal, calidad de la matriz

Myrmecofauna associated with riparian vegetation remnants of cloud forest in a human use landscape from central Veracruz

ABSTRACT: Riparian environments are important elements of biodiversity. In this study, species richness of ant leaf-litter associated with riparian vegetation remnants of cloud forest in three zones of central Veracruz State, Mexico was studied. A total of 8,684 individuals belonging to 55 species, 22 genera, 15 tribes, and eight subfamilies were captured. Sampling completeness and species richness were higher in the north zone than in the center and south. These results suggest that ant species richness in the three zones reflects the quality of adjacent matrix at each riparian vegetation remnant. The present study indicates that remnants of riparian vegetation in the region show a gradient in landscape quality, which significantly influences ant assemblages of leaf-litter.

Key words: ants, forest cover, quality of the matrix

Introducción

En la región montañosa del centro de Veracruz los fragmentos de bosque mesófilo de montaña (BMM) son reducidos y escasos y se encuentran muchas veces degradados (Williams-Linera, 2007). En estos paisajes fragmentados, los remanentes de vegetación ribereña (RVR) constituyen un elemento importante para la biodiversidad debido que actúan como reservorios para un número importante de especies. 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).

Se ha documentado la importancia de los RVR para mantener una alta diversidad de distintos taxones, sin embargo, son pocos los estudios que relacionan a los insectos terrestres con los RVR (Granados-Sánchez *et al.*, 2006). Respecto a éste último grupo, las hormigas constituyen gran parte de la biomasa animal en las regiones tropicales y subtropicales, son sensibles a los cambios del hábitat y a menudo se utilizan como bioindicadores (Hoffmann, 2010). En este trabajo se estudia la riqueza de

hormigas de la hojarasca asociada a RVR de BMM, ubicados en tres diferentes contextos de cobertura forestal en el centro del Estado de Veracruz, México.

Materiales y Método

El trabajo de campo se realizó en la parte media de la cuenca del río La Antigua (entre 1,360 y 2,007 m s.n.m) en la zona montañosa del centro de Veracruz, México. El clima es templado húmedo, la precipitación anual varía de 1,500 a 2,000 mm y la temperatura media anual es de 18 °C (Williams-Linera, 2007).

Se seleccionaron 12 sitios correspondientes a ríos de órdenes entre uno y tres. Los sitios se agruparon en tres zonas (norte, centro y sur, con cuatro sitios dentro de cada una). Los paisajes se definieron de acuerdo con el porcentaje de BMM remanente, ya que este factor puede determinar las respuestas de las especies a las características de los parches (Pardini *et al.* 2010). En cada RVR se delimitó un paisaje circular (radio = 500 m) centrado en el punto medio de la colecta de hormigas. El porcentaje de cobertura arbórea de cada zona se obtuvo promediando el porcentaje de cobertura arbórea alrededor de los cuatro sitios. Estos datos se obtuvieron a partir del mapa de micro-cuencas para la cuenca alta del río La Antigua elaborado por la INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) utilizando el programa FRAGSTATS (McGarigal y Marks, 1995). La zona norte se caracterizó por tener el mayor porcentaje de cobertura arbórea alrededor de los cuatro sitios (70 %), la zona intermedia (44 %) y la sur el más bajo (32 %).

Las colectas se realizaron en la época de secas (mayo) y de lluvias (julio) de 2012. Dentro de cada remanente se seleccionó un transecto de 100 m paralelo al río y cada 10 m de distancia se tomó una muestra de hojarasca. De las 10 muestras de cada transecto, cinco fueron procesadas mediante embudo de Berlese-Tullgren y cinco con sacos Winkler. Para la extracción de hormigas con embudo de Berlese-Tullgren, se colectó la hojarasca presente en un cuadro de 50 cm² y se transportó en bolsas de tela al laboratorio donde se depositó en un embudo de Berlese-Tullgren con aperturas de un cm² y se dejó desecar por 48 h con una lámpara incandescente de 40 w. Para la extracción con sacos Winkler, en campo se tamizó la hojarasca con un cernidor de un cm² de apertura hasta obtener aproximadamente tres litros de material cernido. Dicho material fue colocado en bolsas de tela para transportarlo al laboratorio, donde se depositó en sacos mini-Winkler por 96 h.

Las hormigas capturadas fueron identificadas a nivel genérico con la clave de los géneros de hormigas en México de MacKay y MacKay (1989). Para identificar a las especies se utilizaron varias claves según los géneros involucrados. Una colección de referencia fue depositada en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C., en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México (IEXA; registro SEMARNAT: ver.in0480198).

Se estimó la cobertura del muestreo en cada zona como medida de la completitud del muestreo (Chao y Jost, 2012). Para la comparación de la riqueza de especies, los ensambles se estandarizaron a la misma cobertura (muestras comparadas a porciones iguales de la comunidad) a través de la extrapolación e interpolación de las coberturas de sus muestras de referencia ($\hat{C}_n = 0.95$; 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 que considera la matriz de datos de presencia-ausencia de las especies.

Resultados y Discusión

A nivel de paisaje se capturaron 8,684 individuos de hormigas de la casta obrera pertenecientes a 55 especies, 22 géneros, 15 tribus y ocho subfamilias (Cuadro 1).

La subfamilia mejor representada fue Mymicinae con siete tribus, 10 géneros y 32 especies, seguida por Formicinae con dos tribus, tres géneros y ocho especies y Ponerinae con una tribu, dos géneros y seis especies. La subfamilia Ecitoninae estuvo representada por una tribu, dos géneros y tres especies, Procerattinae por una tribu, dos géneros y dos especies y Ectatomminae por una tribu, un género y dos especies. Las subfamilias Amblyoponinae y Cerapachyinae sólo estuvieron representadas por una tribu, un género y una especie. En lo que se refiere al número de especies colectadas por género, el más rico fue *Adelomyrmex* con ocho, seguido de *Stenamamma* con seis, *Hypoponera*, *Nylanderia* y *Pheidole* con cinco, *Solenopsis* y *Strumigenys* con tres, *Basiceros*, *Brachymyrmex*, *Gnamptogenys*, *Labidus* y *Leptothorax* con dos. Los 10 géneros restantes estuvieron representados por una especie (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de captura de las especies de hormigas colectadas en remanentes de vegetación ribereña de tres zonas con distinta cobertura arbolada de un paisaje fragmentado de bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, México.

Subfamilia	Tribu	Especie	Norte	Centro	Sur
Amblyoponinae	Amblyoponini	<i>Stigmatomma</i> sp.	3	2	
Cerapachyinae	Cerapachyini	<i>Cerapachys</i> sp.	2		2
Ecitoninae	Ecitonini	<i>Labidus coecus</i>	1	2	
		<i>Labidus predator</i>	2		
		<i>Neivamyrmex sumichrasti</i>			1
Ectatomminae	Ectatommini	<i>Gnamptogenys bisulca</i>		1	
		<i>Gnamptogenys strigata</i>	1		12
Formicinae	Camponotini	<i>Camponotus atriceps</i>	1	1	1
		Plagiolepidini	<i>Brachymyrmex depilis</i>	4	8
	<i>Brachymyrmex</i> sp.		7	5	5
	<i>Nylanderia</i> sp. 1		14	16	13
	<i>Nylanderia</i> sp. 2		4	6	7
	<i>Nylanderia</i> sp. 3		1		
	<i>Nylanderia</i> sp. 4	1			
<i>Nylanderia stenheili</i>	1				
Myrmicinae	Adelomyrmecini	<i>Adelomyrmex</i> sp. 1	2	4	2
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 2	14	18	2
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 3	1		
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 4		3	
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 5	9	5	
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 6	12	1	1
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 7	1		
		<i>Adelomyrmex</i> sp. 8	9	4	1

Cuadro 1. Continuación

Subfamilia	Tribu	Especie	Norte	Centro	Sur
	Crematogastrini	<i>Crematogaster</i> sp.		2	
	Dacetini	<i>Basiceros</i> sp. 1	1		
		<i>Basiceros</i> sp. 2	1	1	1
		<i>Strumigenys</i> sp.1	14	3	11
		<i>Strumigenys</i> sp. 2	1		
		<i>Strumigenys</i> sp. 3	1	1	
	Formicoxenini	<i>Leptothorax</i> sp. 1	2		
		<i>Leptothorax</i> sp. 2			1
	Pheidolini	<i>Pheidole</i> sp. 1	5	4	7
		<i>Pheidole</i> sp. 2	2		1
		<i>Pheidole</i> sp. 3		2	1
		<i>Pheidole</i> sp. 4	2		
		<i>Pheidole</i> sp. 5	1		
	Solenopsidini	<i>Carebara</i> sp.	3		1
		<i>Monomorium ebeninum</i>		1	
		<i>Solenopsis azteca</i>	1		
		<i>Solenopsis geminata</i>	9	3	27
		<i>Solenopsis</i> sp.			1
	Stenammini	<i>Stenamma</i> sp. 1	38	29	28
		<i>Stenamma</i> sp. 2	1	1	
		<i>Stenamma</i> sp. 3	1	4	
		<i>Stenamma</i> sp. 4	2		
		<i>Stenamma</i> sp. 5	2	8	3
		<i>Stenamma</i> sp. 6	36	4	28
Ponerinae	Ponerini	<i>Hypoponera opaciceps</i>	2	4	1
		<i>Hypoponera</i> sp. 1	16	23	8
		<i>Hypoponera</i> sp. 2	3	5	4
		<i>Hypoponera</i> sp. 3	1		
		<i>Hypoponera</i> sp. 4		2	
		<i>Ponera pennsylvanica</i>	3	13	19
Proceratiinae	Proceratiini	<i>Discothyrea horni</i>	1	2	1
		<i>Proceratium</i> sp.			1

La completitud del muestreo fue mayor en la zona centro (98.5 %) seguida por la sur (96.4 %) y la norte (95.1 %). Estos resultados indican que se capturó una porción representativa de la mirmecofauna. La riqueza de la zona norte (45 especies) fue significativamente mayor que la de la centro (33) y sur (30), las cuales no mostraron diferencias (Fig. 1). En cuanto a la similitud composicional, la más baja se observó entre las zonas norte y sur (50 %), la intermedia entre norte y centro (52 %) y la más alta entre centro y sur (53 %).

Estos resultados sugieren que la composición y la riqueza de especies de hormigas en las tres zonas muestreadas probablemente reflejan la calidad de la matriz adyacente a cada RVR. Este resultado

coincide con los de Perfecto y Vandermeer (2001) y Dauber *et al.* (2003), quienes estudiaron la riqueza de especies de hormigas como un indicador de la calidad de la matriz en un paisaje de BMM en el sureste de México. Estos autores sugieren que la calidad de la matriz, medida como la distancia entre fragmentos de bosque mesófilo y el tamaño de éstos, influyen positivamente sobre la riqueza de especies y por lo tanto, una mayor cobertura arbórea a nivel de paisaje contribuye a conservar una mayor diversidad de hormigas.

Además, los resultados de este trabajo apoyan la idea de que la composición y la riqueza de una comunidad están determinadas por factores ecológicos que actúan a escala de paisaje (Nicholls y Margules, 1991, Saunders *et al.*, 1991; Soulé y Gilpin, 1991; Forman, 1995; Hobbs, 1997). De este modo, los mosaicos forestales que han sido inducidos por las actividades humanas a nivel de paisaje, generan matrices que difieren en calidad y que pueden tener un efecto negativo sobre las hormigas y otros organismos como anfibios (Murrieta-Galindo *et al.*, 2013), plantas leñosas (Byg *et al.* 2007), aves (Leyequién, *et al.* 2010) y reptiles (Sigala-Rodríguez y Greene, 2009).

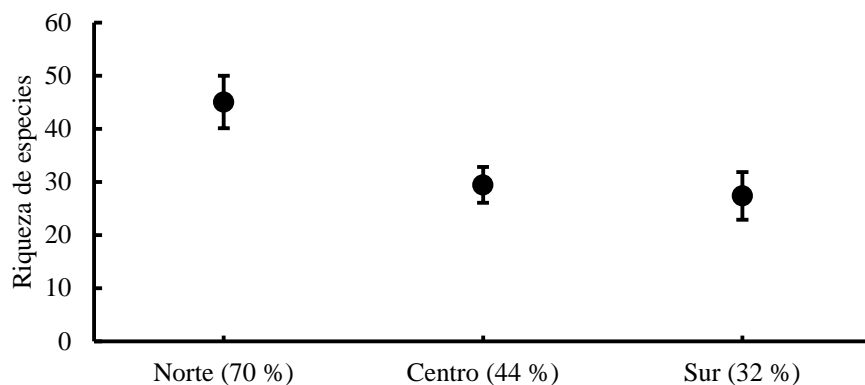


Figura 1. Comparación de la riqueza de especies de hormigas asociada a remanentes de vegetación ribereña pertenecientes a tres zonas con diferente cobertura arbolada ($S_{estimada} \pm$ intervalos de confianza al 95%; Cobertura de la muestra = 0.95).

Conclusiones

El presente estudio indica que los remanentes de vegetación riparia en la región presentan un gradiente en la calidad del paisaje, la cual influye significativamente sobre los ensambles de hormigas de la hojarasca. En este paisaje altamente fragmentado, los ensambles de hormigas asociados a remanentes de vegetación riparia responden rápidamente a la proporción de cobertura arbórea de su matriz adyacente. Por lo tanto, esto indica que la calidad de la matriz, medida como cobertura arbórea, que rodea a los remanentes de vegetación riparia ayuda a incrementar la riqueza de hormigas.

Literatura Citada

Byg, A., J. Vormisto and H. Balslev. 2007. Influence of diversity and road access on palm extraction at landscape scale in SE Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 16: 631-642.
 Chao, A., and L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93: 2533-2547.

- Dauber, J., M. Hirsch, D. Simmering, R. Waldhardt, A. Otte and V. Wolters. 2003. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. *Agricultural Ecosystems and Environments* 98: 321-329.
- Forman, R. T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10: 133-142.
- Granados-Sánchez, D., M. A. Hernández-García y G. F. López-Ríos. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12: 55-69.
- Hobbs, R. 1997. Future landscapes and the future of landscape ecology. *Landscape and Urban Planning* 37: 1-9.
- Hoffman, B. D. 2010. Using ants for rangeland monitoring: Global patterns in the responses of ant communities to grazing. *Ecological Indicators* 10: 105-111
- Hsieh, T. C., K. H. Ma, and A. Chao. 2013. iNEXT online: interpolation and extrapolation (Version 1.3.0) Available from <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>.
- Leyequién, E., W. F. DeBoer and V. M. Toledo. 2010. Bird community composition in a shaded coffee agro-ecological matrix in Puebla, Mexico: the effects of landscape heterogeneity at multiple spatial scales. *Biotropica* 42: 236-245.
- MacKay, W. y E. MacKay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). En: L. Quiroz y M. Garduño (Eds.). *Memorias del II Simposio Nacional de Insectos Sociales* pp. 1-82. SME-CIEAMAC Oaxtepec, Morelos, México.
- McGarigal, K. and B. Marks. 1995. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest research Station, Portland, Oregon, USA.
- Murrieta-Galindo, R., F. López-Barrera, A. González-Romero and G. Parra-Olea. 2013. Matrix and habitat quality in a montane cloud forest landscape: amphibians in coffee plantations in central Veracruz, Mexico. *Wildlife Research* 40: 25-35.
- Nicholls, A. O., and C. R. Margules. 1991. The design of studies to demonstrate the biological importance of corridors. In: D. A. Saunders y R. J. Hobbs (Eds.). *Nature Conservation 2: the Role of Corridors*. pp. 49-61. Surrey Beatty. Sydney, Australia.
- Pardini, R., A. Bueno, T. Gardner, P. Prado y J. Metzger. 2010. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shift in biodiversity across fragmented landscapes. *PlosOne* 5: 1-10.
- Perfecto, I., J. Vandermeer. 2001. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in Southern Mexico. *Conservation Biology* 16: 174-182.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs and C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Sigala-Rodríguez, J. J., and H. W. Greene. 2009. Landscape change and conservation priorities: Mexican herpetofaunal perspectives at local and regional scales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 240.
- Soulé, M. E., and M. E. Gilpin. 1991. The theory of wildlife corridor capability. *Nature Conservation* 2: 3-8.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, México. 208 pp.