

COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS ASOCIADOS AL DOSEL DE *Quercus laurina* A LO LARGO DE UN GRADIENTE CON DIVERSIDAD DE ESPECIES DE ENCINOS

Marcela Sofía Vaca-Sánchez¹✉, Antonio González-Rodríguez², Yurixhi Maldonado-López³,
Edmundo López-Barbosa⁴ y Pablo Cuevas-Reyes¹

¹Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, CP 58060, Morelia Michoacán, México.

²Laboratorio de Genética de la Conservación, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua carretera a Pátzcuaro No.8701 Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta CP. 58190, Morelia, Michoacán, México.

³Cátedras CONACYT. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Juanito Itzicuaro SN, Nueva Esperanza, 58330 Morelia, Michoacán, México.

⁴Laboratorio de Agroecología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, CP 58060, Morelia Michoacán, México.

✉Autor de correspondencia: nolzablack@gmail.com

RESUMEN. Los artrópodos son uno de los grupos de animales más diversos del planeta. El género *Quercus* (encinos) presenta potencial flujo génico interespecífico e hibridación entre especies de la misma sección en condiciones de simpatria. Poco se conoce de los efectos del flujo génico entre encinos sobre la estructura de la comunidad de artrópodos del dosel. El objetivo fue evaluar los cambios en la estructura y composición de los artrópodos del dosel asociados a *Q. laurina* en un gradiente de diversidad de especies de encino. Se eligieron cinco sitios con diferente riqueza de especies de encinos donde ocurre *Q. laurina*. Se fumigaron 5 individuos de *Q. laurina* por sitio (25 en total) para la colecta e identificación de artrópodos. Se encontraron diferencias significativas entre las cinco poblaciones de *Q. laurina*, habiendo mayor diversidad de especies de artrópodos en el sitio de mayor riqueza de encinos. Las poblaciones con mayor presencia de encinos rojos presentaron mayor abundancia y riqueza de artrópodos en comparación con las poblaciones de menor proporción de encinos rojos, mostrando que la estructura y la composición de la comunidad de encinos es un factor que influye en la estructura y composición de los artrópodos del dosel en *Q. laurina*.

Palabras clave: Flujo génico, riqueza, gradiente

Composition of canopy arthropods associated to *Quercus laurina* along a gradient of oak species diversity

ABSTRACT. Arthropods are one of the most diverse groups of animals on the planet. The genus *Quercus* (oak) presents potential interspecific gene flow and hybridization between species of the same section under sympatric conditions. Little is known about the effects of gene flow between oak trees on the structure of the canopy arthropod community. The objective was to evaluate the changes in the structure and composition of the canopy arthropods associated with *Q. laurina* along a gradient of oak diversity. Five sites with different species of oaks were chosen and 5 individuals of *Q. laurina*, (25 in total) were fumigated for the collection and identification of arthropods. Significant differences were found between the five populations of *Q. laurina*, with a greater diversity of arthropod species at the richest oak site. The populations with the highest presence of red oak showed greater abundance and richness of arthropods compared to populations with a lower proportion of red oak, showing that the structure and composition of the oak community is a factor that influences the structure and composition of arthropods of the canopy in *Q. laurina*.

Keywords: Gen flow, richness, gradient.

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son uno de los grupos más diversos del planeta y son fundamentales en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Este grupo de animales se puede encontrar en diferentes hábitats desde el subsuelo hasta el dosel superior. En cuanto a los artrópodos arbóreos, factores microambientales del dosel como la temperatura y la humedad junto con factores bióticos como la diversidad genética de sus plantas hospederas, afectan directamente su estructura de la comunidad de artrópodos (Summerville *et al.*, 2003b; Sobek *et al.*, 2009; Tovar-Sánchez *et al.*, 2013).

El género *Quercus* (encinos) presenta una alta frecuencia de hibridación entre especies de la misma sección cuando se localizan en simpatría y la fenología se superpone (Arnold, 1997). Whittemore y Schaal (1991) realizaron un estudio del flujo genético interespecífico en poblaciones simpátricas de encinos blancos en el noreste de Estados Unidos y encontraron un mayor intercambio genético entre diferentes especies de encinos que se encuentran dentro de la misma área geográfica y menor cantidad de flujo genético entre individuos de la misma especie. Esto sugiere que diferentes especies de encinos, pertenecientes a la misma sección en condiciones de simpatría pueden hibridar, favoreciendo la variación genética consecuencia del flujo genético, y la aparición de nuevos rasgos fenotípicos (i.e. morfológicos, fisiológicos); lo cual puede incidir en las interacciones planta-insecto y en los diferentes niveles tróficos asociados al dosel; además de modificar los niveles de riqueza y abundancia de los artrópodos asociados al dosel (Hooper *et al.*, 2005, Bangert *et al.*, 2006).

Los estudios realizados en relación a los efectos del flujo genético interespecífico y procesos de hibridación en plantas sobre las comunidades de artrópodos han reportado diferentes patrones donde: 1) la comunidad de artrópodos tiene una relación positiva con la diversidad genética de las plantas hospederas (Wimp *et al.*, 2004; Tovar-Sánchez y Oyama 2006a; Tovar-Sánchez *et al.*, 2013) y 2) la presencia de genotipos similares tienen una comunidad similar de artrópodos (Bangert y Whitham 2007, Kiers *et al.*, 2010). Para México, el género *Quercus* está representado por 135 a 150 especies, de las cuales 109 (Valencia, 2004) son endémicas; lo que indica que México es un importante centro de diversificación para este género (Valencia, 2004). Por lo tanto, las zonas de hibridación y las comunidades con una alta diversidad de especies de encinos son sitios con una alta actividad ecológica-evolutiva que generan puntos de alta biodiversidad (Whitham *et al.*, 1994).

Quercus laurina es una especie de encino mexicano que se agrupa en la sección Lobatae (encinos rojos) del género (Nixon, 1993). Su distribución geográfica incluye las elevaciones de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur y del Eje Neovolcánico Transversal.

Poco se conoce sobre los efectos del flujo de genes interespecífico entre los robles en la estructura de la comunidad de artrópodos del dosel, debido a esto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la estructura y composición de los artrópodos del dosel asociados con *Quercus laurina* junto con un gradiente con diversidad de especies de encinos.

MATERIALES Y MÉTODO

Se seleccionaron cinco sitios con diferente riqueza de especies de encinos donde *Q. laurina* está presente. Los sitios de estudio se ubicaron en las porciones central y oeste del Cinturón Volcánico Transmexicano, en los estados de Michoacán y Jalisco. Para determinar la estructura y la riqueza de la comunidad de encinos en cada sitio, se colocaron aleatoriamente tres transectos independientes de 100 x 40 m con al menos 500 m de separación entre ellos. Dentro de cada

transecto, se determinó la identidad de la especie de todos los árboles de encinos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm y se contó el número de individuos por especie. A partir de estos datos, se obtuvo la riqueza de especies de encinos, el índice de diversidad de Shannon (H') para determina los sitios con mayor diversidad de especies de encinos, la densidad total de individuos el cual se obtuvo de la suma de los individuos de la sección Lobatae (encinos rojos) y los de la sección *Quercus* (encinos blancos), la densidad de encinos rojos (sección Lobatae) y de encinos blancos (sección *Quercus*). Para la colecta de artrópodos, se utilizaron trampas en forma de embudo, las cuales se colocaron debajo del dosel y posteriormente se fijaron en alcohol al 70% para su identificación en laboratorio. Se realizaron fumigaciones del dosel de cada individuo por medio de un Termobenzulizador (SWINGFOG SN-50) el cual contenía insecticida de emulsión acuosa con una composición de 30g/L de piretrinas naturales sinergizadas con 150g/L de butóxido de piperonilo (Pybutrin 33). Los artrópodos se identificaron hasta el nivel taxonómico de familia utilizando las claves dicotómicas de determinación de artrópodos de Triplehorn *et al.* (2005), separando los ejemplares por morfoespecies, aunque en este estudio se proporcionan los datos a nivel de orden.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todos los sitios de estudio, se encontró una mayor proporción de encinos rojos (Lobatae) en relación con encinos blancos (*Quercus* o *Erythrobalanus*), y una mayor densidad de individuos de encinos rojos (Cuadro 1). Los sitios están ordenados de mayor a menor diversidad de especies de encino; siendo el sitio del Volcán de Tequila el que presenta mayor diversidad de especies de encinos, de forma particular de la sección Lobatae. Seis especies de encinos se encontraron en los cinco sitios de estudio; de los cuales cinco pertenecen a la sección Lobatae: *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. crassifolia*, y *Q. candicans* y una especie a la sección de *Quercus*: *Q. obtusata*.

Cuadro 1. Diversidad de la comunidad de encinos por sitio a lo largo del gradiente de diversidad de encinos. La densidad de individuos se da en individuos por hectárea (Ind / Ha).

Sitios de estudio	Riqueza total	H'	Densidad total	Densidad Lobatae	Densidad <i>Quercus</i>
Volcán de Tequila	4	1.08	310	293	27
Los Azufres	3	0.95	162	170	63
Indaparapeo	3	0.74	138	108	12
Carindapaz	3	0.44	157	142	17
Cerro Burro	2	0.17	155	152	7

*H'=Índice de diversidad Shannon.

En relación con la composición y abundancia de artrópodos en el dosel de *Q. laurina* se encontraron un total de 142 familias agrupadas en 15 órdenes, siendo los órdenes con mayor abundancia Coleoptera, Psocoptera, Hemiptera, Araneae e Hymenoptera (Figura 1).

El total de artrópodos examinados fue de 6,244 donde los sitios con más abundancia y riqueza de artrópodos fueron el Volcán de Tequila e Indaparapeo, seguido por el sitio de Los Azufres (Cuadro 2). Esto coincide con la estructura de la comunidad de encinos, donde los sitios con mayores índices de Shannon son los que presentan más abundancia y riqueza de artrópodos.

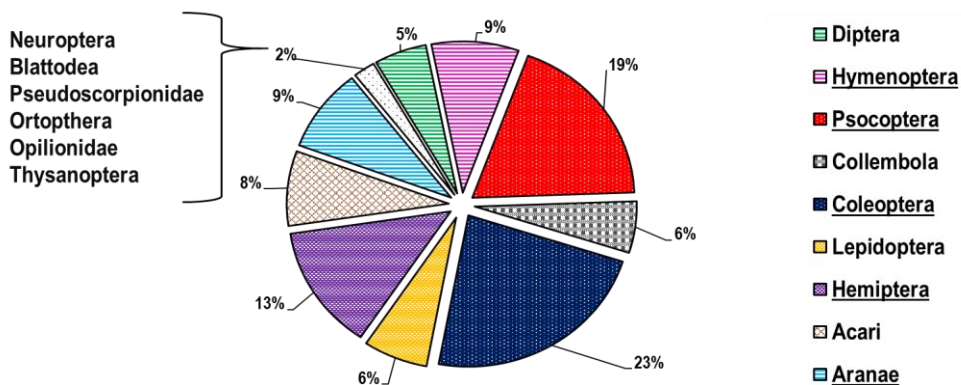


Figura 1. Principales órdenes de artrópodos asociados a dosel de *Q. laurina* presentes en los sitios a lo largo del gradiente de diversidad de encinos.

Cuadro 2. Abundancia y riqueza de artrópodos del dosel, presentes en el dosel de *Q. laurina* a lo largo del gradiente de diversidad de encinos. Los sitios se encuentran ordenados acorde al gradiente de diversidad.

Sitios de estudio	Abundancia	Riqueza	Familias
Volcán de Tequila	2826	370	125
Los Azufres	883	267	103
Indaparapeo	1159	213	131
Carindapaz	795	163	108
Cerro burro	581	107	101
Total	6244	1120	568

*Abundancia = Número total de individuos; Riqueza=Numero de morfoespecies y familias.

Se encontraron diferencias significativas en la abundancia y riqueza de artrópodos asociados a *Q. laurina* a lo largo del gradiente de diversidad de encinos, donde los sitios de más diversidad de especies de encinos presentaron mayor abundancia y riqueza de artrópodos (Figura 2).

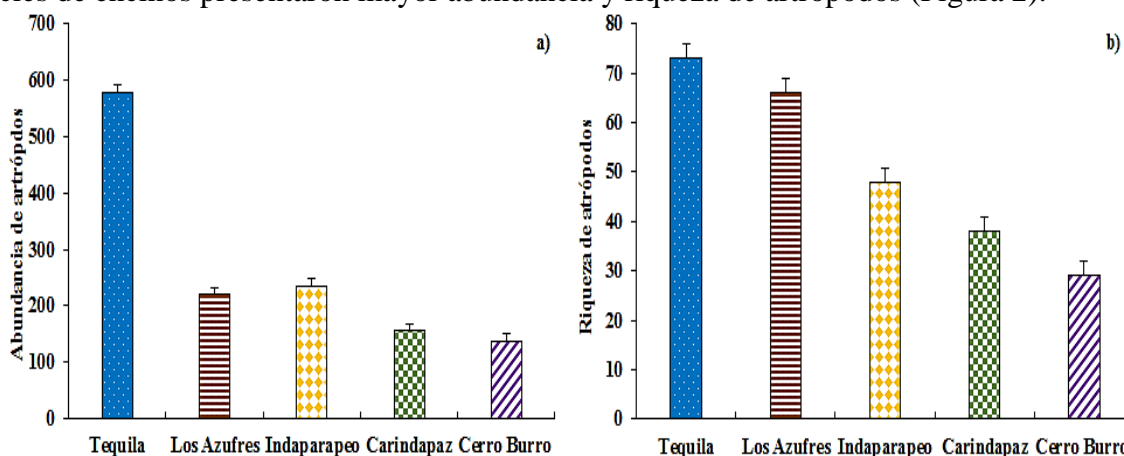


Figura 2. A) Diferencias en la abundancia promedio de artrópodos asociados a *Q. laurina* a lo largo del gradiente de riqueza de especies encinos ($X^2 = 2107.8$, g.l = 4, $P = 0.0001$). b) Diferencias en la riqueza promedio de artrópodos asociados *Q. laurina* a lo largo del gradiente de riqueza de especies encinos ($X^2 = 182.9$, g.l = 4, $P = 0.0001$).

El sitio de Tequila fue el sitio con mayor abundancia y riqueza de artrópodos, seguido de Los Azufres e Indaparapeo. Los sitios con menor diversidad de especies de encinos son los que presentaron menos abundancia y riqueza de artrópodos a lo largo del gradiente de diversidad de

encinos. Esto indica que los sitios con más frecuencia de especies de encinos rojos (Lobatae) presentan una mayor diversidad de artrópodos, ofreciendo distintos recursos para los artrópodos asociados al dosel. Por lo mencionado, en los sitios muestreados con una mayor riqueza y abundancia de especies de encinos rojos, podrían existir fenómenos de flujo génico e hibridación, lo cual podría generar cambios genéticos y con ello un incremento en la diversidad genética, de forma particular de *Q. laurina* que es la especie dominante, ya que esta al ser una especie de encino rojo puede presentar flujo génico interespecífico con otras especies de la misma sección. Valencia-Cuevas *et al.* 2014, reporta que sitios con más diversidad de especies de encinos rojos presentan flujo génico interespecífico y mayores niveles diversidad genética en relación a sitios de menor diversidad de especies de encinos rojos.

Por otra parte, el potencial flujo génico entre *Q. laurina* y otras especies de encinos rojos emparentados; podría generar la modificación de rasgos morfológicos foliares y variaciones en las concentraciones de metabolitos secundarios asociados a defensa contra insectos (i.e. taninos condensados e hidrolizables) (Fritz *et al.*, 1988, Orians, 2000, Maldonado-López *et al.*, 2015). Esto último propicia la aparición de nuevos nichos e incrementa la diversidad de la comunidad de artrópodos que se encuentra asociada de forma particular al dosel de los encinos (Whitham *et al.*, 1999; Tovar-Sánchez *et al.*, 2006a, b, Tovar-Sánchez *et al.*, 2013). Esto podría explicar que en los sitios de estudio que presentan una mayor diversidad de especies de encinos rojos se encontró una mayor abundancia y riqueza de artrópodos en comparación con los sitios de menor diversidad de especies de encinos rojos. Sin embargo, otros factores como la variación microclimática del dosel, la calidad nutricional y la defensa química de las plantas pueden afectar potencialmente la diversidad de artrópodos asociados al dosel de los encinos.

Los resultados sugieren que la estructura de la comunidad de encinos es un factor que influye sobre la comunidad de artrópodos asociados al dosel de *Q. laurina*. Esto podría ser explicado por las diferencias entre las comunidades de plantas, producto de la presencia de especies dominantes, cambios en la composición y la abundancia en las comunidades; así como variaciones en la diversidad genética de las plantas hospedadas. Por otra parte, factores abióticos como la topografía, tipo de suelo, altitud, temperatura, humedad, entre otros, afectan las comunidades que se encuentran asociadas a las plantas (Valencia-Cuevas y Tovar-Sánchez, 2015). Por lo cual, factores bióticos (estructura de la comunidad de plantas) y factores abióticos (topografía, altitud), promueven la presencia de ambientes más heterogéneos e intervienen en la comunidad de animales, particularmente de artrópodos asociados al dosel de las plantas (Sobek *et al.*, 2009; Tovar-Sánchez *et al.*, 2013)

CONCLUSIONES

Dentro de los cinco sitios de estudios se encontró una mayor frecuencia de encinos rojos que de encinos blancos; siendo los sitios del Volcán de Tequila, Los Azufres e Indaparapeo los que presentaron más diversidad de especies de encinos rojos. Esto coincide con la presencia de diferencias significativas entre los sitios de estudio, donde los sitios con más diversidad de especies de encinos rojos tuvieron mayor abundancia y riqueza de artrópodos en comparación con los sitios de menor proporción de encinos rojos. Esto indica una relación entre la estructura y composición de la comunidad de especies de encinos, ya que se encontró mayor diversidad de artrópodos en los sitio de mayor riqueza de especies de encinos rojos. Sin embargo, otros factores como la variación

microclimática del dosel, la calidad nutricional y la defensa química de las plantas pueden afectar potencialmente la diversidad de artrópodos. Además es necesaria la determinación de los genotipos por sitio de estudio para definir si existen diferencias entre la estructura y composición genética a lo largo del gradiente de diversidad de especies de encinos y si estas diferencias inciden en la estructura de la comunidad de artrópodos asociados a *Q. laurina* a lo largo del gradiente de diversidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los proyectos DGAPA-PAPIIT-UNAM EN 206414 y RV201015, CONACYT CB105755 y a la Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH por proporcionar el apoyo económico para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Arnold, M. L. 1997. Natural hybridization and evolution. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Bangert RK, Allan GJ, Turek RJ, Wimp GM, Meneses N, Martinsen GD, Keim P, Whitham TG. 2006. From genes to geography: a genetic similarity rule for arthropod community structure at multiple geographic scales. *Molecular Ecology*. 15:4215–4228.
- Bangert, R. K. y Whitham, T. G. 2007. Genetic assembly rules and community phenotypes. *Evolutionary Ecology*. 21:549–560.
- Fritz, R. S., and P. W. Price. 1988. Genetic variation among plants and insect community structure: willows and sawflies. *Ecology* 69:845–856.
- Hooper, D.U. Chapin III, F.S. Ewel, J.J. Hector, A. Inchausti, Lavorel, P.S. Lawton, J.H. Lodge, D.M. Loreau, M. Naeem, S. Schmid, B. Setälä, H. Symstad, J. A.J. Vandermeer, J. Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3–35.
- Kiers ET, Palmer TM, Ives AR, Bruno JF, Bronstein JL. 2010. Mutualism in a changing world: an evolutionary perspective. *Ecological Letters*. 13(12):1459–1474
- Maldonado-López, Y, Cuevas-Reyes P, González-Rodríguez A, Pérez-López G, Acosta-Gómez C & Oyama K. (2015). Relationships among plant genetics, phytochemistry and herbivory patterns in *Quercus castanea* across a fragmented landscape. *Ecological Research*, 30:133-143.
- Orians, C. M. 2000. The effects of hybridization in plants on secondary chemistry: implications for the ecology and evolution of plant-herbivore interactions. *American Journal of Botany* 87:1749–1756.
- Sobek, S., Steffan-Dewenter, I., Scherber, C. y Tschamtke, T. 2009. Spatio temporal changes of beetle communities across a tree diversity gradient. *Diversity and Distributions*. 15:660–670.
- Summerville, K. S., Boulware, M. J., Veech, J. A. y Crist, T. O. 2003a. Spatial variation in species diversity and composition of forest Lepidoptera in eastern deciduous forest of North America. *Conservation Biology*. 17:1045–1057
- Summerville, K. S., Crist, T. O., Kahan, J. K. y Gering, J.C. 2003b. Community structure arboreal caterpillars within and among four tree species of the Eastern deciduous forest. *Ecological Entomology*. 28:747–757
- Tovar-Sánchez, E., Oyama, K. 2006a. Community structure of canopy arthropods associated in *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* complex. *Oikos* 112:370–381.

- Tovar-Sánchez, E., Oyama, K. 2006b. Effect of hybridization of the *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* complex on the community structure on endophagous insects. *Oecologia* 147: 702–713.
- Tovar-Sánchez, E., Valencia-Cuevas, L., Castillo-Mendoza, E., Mussali-Galante, P., Pérez- Ruíz, R. V. y Mendoza, A. 2013. Association between individual genetic diversity of two oak host species and canopy arthropod community structure. *European Journal of Forest Research*. 132:165–179.
- Valencia S.2004.Diversidad del género *Quercus* en México. *Bol Soc Bot Méx* 75:33–53
- Valencia-Cuevas L, Piñero D, Mussali-Galante P, Valencia-Ávalos S, Tovar-Sánchez E.2014.Effect of a red oak species gradient on genetic structure and diversity of *Quercus castanea* (Fagaceae) in Mexico. *Tree Genet Genomes* 10:641–652
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- Whitham TG, Morrow PA, Potts BM.1994. Plant hybrid zones as centers of biodiversity: the herbivore community of two endemic Tasmanian eucalypts. *Oecologia* 97:481–490
- Whitham, T. G., G. D. Martinsen, K. D. Floate, H. Dungey, B. M. Potts, and P. Keim. 1999. Plant hybrid zones affect biodiversity: tools for a genetic-based understanding of community structure. *Ecology* 80:416–428.
- Whittemore, A.T., and B.A. Schaal. 1991. Interspecific gene flow in sympatric oaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 88: 2540 - 2544.