

EFFECTOS DE LA HIBRIDACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS DE DOSEL EN DOS COMPLEJOS HÍBRIDOS DE ENCINOS MEXICANOS (*Quercus laurina* x *Quercus affinis*) y (*Quercus magnoliifolia* x *Quercus resinosa*)

✉ **Marcela Sofía Vaca Sánchez¹, Ma. de Jesús Juárez-Ramírez¹, , Edmundo López-Barbosa³, Antonio Gonzáles-Rodríguez² & 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.

²Laboratorio de Genética de la Conservación, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, 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.

³Laboratorio de Agroecología Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, CP 58060, Morelia Michoacán, México.

✉ Correo: nolzablack@gmail.com

RESUMEN. La hibridación es un proceso que favorece la diversidad genética originando atributos nuevos y afectando la diversidad de artrópodos. El objetivo fue evaluar los efectos de la hibridación en (*Q. laurina* x *Q. affinis*) (*Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa*) sobre la diversidad de artrópodos del dosel. Para determinar la diversidad de artrópodos se muestreo el dosel de 15 árboles por complejo híbrido. Los artrópodos se identificaron hasta familia. En los análisis genéticos se colectaron 10 hojas por individuo y con Microsatélites se determinó la composición genética. Los análisis genéticos indican que los híbridos son más cercanos a *Q. laurina* y presentan una mayor diversidad de artrópodos. Para *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* se encontró un incremento en la diversidad de artrópodos en los híbridos pero no se encontró un patrón de diferenciación genética. La diversidad de artrópodos es afectada por la hibridación en plantas, incrementando la diversidad en plantas híbridas.

Palabras clave: Hibridación, diversidad, artrópodos, encinos.

Effects of hybridization in diversity of canopy arthropod complex in two hybrid oaks (*Quercus laurina* x *Quercus affinis*) y (*Quercus magnoliifolia* x *Quercus resinosa*)

ABSTRACT. Hybridization is a process that favors genetic diversity affecting arthropod diversity in plants. Our objective was to evaluate the effects of plant hybridization on (*Q. laurina* x *Q. affinis*) (*Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa*) on arthropod diversity. To determine the canopy arthropod diversity, in each hybrid complex 15 trees were sampled. Arthropods were identified to family level. We used Microsatellite to determine genetic composition collecting 10 leaves per tree in each complex. Genetic analysis indicate that plant hybrids are closest to *Q. laurina* and have a greater diversity of arthropods. *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* hybrids showed greater diversity of arthropods but not found a pattern of genetic diversity. We concluded that arthropod diversity is affected by plant hybridization, increasing diversity of arthropods in hybrid plants.

Key words: Hybridization, diversity, arthropods, oaks.

INTRODUCCIÓN

El proceso de hibridación natural es un factor importante dentro de la naturaleza, ya que permite el flujo génico dentro de poblaciones o grupos de poblaciones que son distinguibles en por lo menos un carácter heredable; por ende los individuos híbridos son producto de cruzas y

retrocruzas de progenitores que provienen de poblaciones diferenciadas (Arnold, 1997). La hibridación natural es un fenómeno que se presenta en varios taxa de angiospermas, pero se presenta con mayor frecuencia en una pequeña fracción de familias y géneros de plantas (i.e. Fagaceas) (Aldrich *et al.*, 2002). Dicho proceso al favorecer la variación genética consecuencia del flujo génico presente, incide sobre la aparición de nuevos caracteres en los híbridos (i.e. morfológicos, fisiológicos) generando adaptaciones al medio; donde los caracteres novedosos pueden incidir sobre la biodiversidad y los distintos niveles tróficos que se encuentran presentes dentro del dosel (Hooper *et al.* 2005).

Son pocos los estudios que se han realizado sobre la posible relación entre la variabilidad genética de plantas y la estructura y composición de especies en comunidades de artrópodos que residen e interactúan dentro del dosel. Dichas interacciones se basan en un grado de especialización ligado a la composición y variación genética de la planta, existiendo correlación entre el aumento de la diversidad genética de la planta y el aumento de la riqueza y composición de la comunidad de artrópodos del dosel (Fritz, 1988; Tovar-Sánchez and Oyama, 2006a, b). Por lo tanto, las zonas de hibridación puede proveer mecanismos y escenarios para examinar la relación entre los componentes genéticos de las plantas y las interacciones de los niveles tróficos presentes y vislumbrar la base genética de la estructura de la comunidad de artrópodos presentes (Whitham *et al.* 1999). Por lo cual el objetivo del trabajo fue evaluar los efectos de la hibridación sobre la diversidad de gremios de artrópodos de dosel en dos complejos híbridos *Q. laurina* x *Q. affinis* y *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa*.

MATERIALES Y MÉTODO

El primer complejo híbrido *Q. laurina* x *Q. affinis* se localiza en Puerto del Aire, Veracruz ubicado a 2380 msnm con una vegetación predominante de Bosque de Encino (Fig.1a). El segundo complejo híbrido *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* se localiza en el Volcán de Tequila, el cual se eleva a una altitud máxima de 2890 msnm y se ubica en la parte occidental del Eje Neovolcánico Transversal en la parte central de México en el estado de Jalisco (Fig.1b). Para la colecta de los artrópodos se fumigaron 5 árboles de *Q. laurina*, 5 de *Q. affinis*, 5 de *Q. magnoliifolia*, 5 de *Q. resinosa* y 5 de individuos híbridos correspondiendo 5 híbridos por cada complejo. La selección se realizó en base a la morfología foliar de los 2 parentales donde las hojas con características intermedias, es decir; que mostraran caracteres foliares de ambos parentales se asignaron como individuos Híbridos. Se utilizaron trampas en forma de embudo para la captura de los artrópodos, la cuales se colocaron debajo del dosel y posteriormente se fijaron en alcohol al 70% para su posterior identificación en laboratorio.

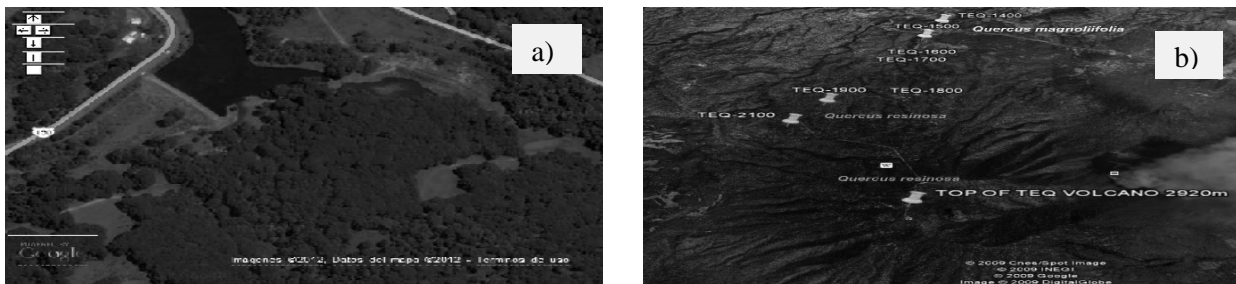


Figura 1. a) Sitio de estudio del complejo *Quercus laurina* x *Quercus affinis*. b) Sitio de estudio del complejo *Quercus magnoliifolia* x *Quercus resinosa*.

Para determinar la se realizaron fumigaciones del dosel de cada individuo por medio de un Termonebulizador (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 Borror and White (1976); además se registró el estadio ontogénico de cada uno de los ejemplares colectados y cada una de las familias determinadas fue asignada a un gremio trófico (Fitófagos, Depredadores, Detritívoros, Parasitoides, Micófagos y Hematófagos) en base a Borro and White (1976).

Para determinar los genotipos se colectaron 10 hojas jóvenes sin daño foliar de los 30 individuos utilizados para la colecta de artrópodos. Para la extracción de ADN nuclear, se utilizó un protocolo de CTAB modificado. Para el análisis molecular de utilizaron 9 loci microsatélites nucleares agrupados en 3 grupos en relación a su temperatura de alineamiento por medio de 3 reacciones de PCR (González-Rodríguez, 2004a). El primer grupo 45°C consta de 3 loci: quru-GA-OI01, quru-GA-OM05 y quru-GA-OM07; el segundo grupo 50°C consta de 3 loci: quru-GA-IC08, quru-GA-2F05 y quru-GA-2M04 y el tercer grupo 58°C incluyó 3 loci: quru-GA-IF07, quru-GA-OC11 y quru-Ga-OA01 (Aldrich, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la composición y abundancia de artrópodos en complejo *Q. laurina* x *Q. affinis* se encontraron un total de 104 familias agrupadas en 16 órdenes, siendo los órdenes con mayor abundancia Hymenoptera, Psocoptera, Coleoptera, Collembola y Aranae. Para el complejo *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* se encontraron 71 familias agrupadas en 13 órdenes, siendo los órdenes con mayor abundancia Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera (Heteropteros y Homopteros). Para el complejo *Q. laurina* x *Q. affinis* los Híbridos presentaron una mayor abundancia de artrópodos, en relación a sus parentales (Fig.2) (Tabla 1).

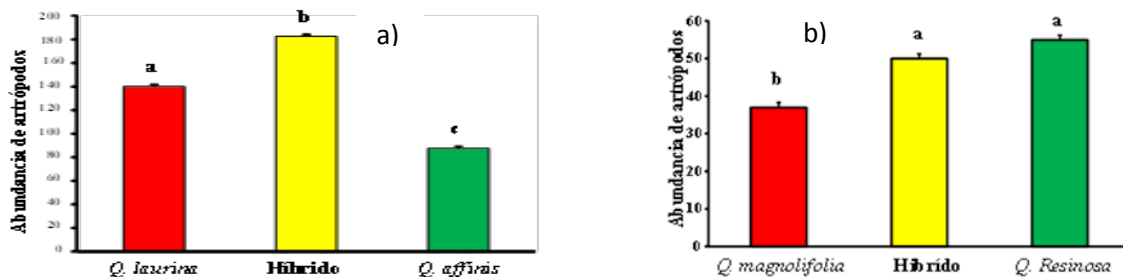


Figura 2. a) Diferencias en la abundancia de artrópodos entre los parentales e híbridos en el complejo *Q. laurina* x *Q. affinis* (X= 164.77, g.l=2, P=0.0001) b) en el complejo híbrido *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* (X = 27.32, g. l.= 2 P = 0.0001).

Para el complejo *Q. magnoliifolia* x *Q. resinosa* la abundancia de artrópodos es similar a *Q. resinosa*, lo cual podría deberse al gradiente altitudinal que se presenta dentro del complejo híbrido. Sin embargo los resultados indican que los híbridos al presentar características intermedias de sus especies parentales pueden concentrar una mayor diversidad de artrópodos, ofreciendo mayores recursos para los artrópodos asociados al dosel.

Tabla 1. Abundancia (Nº total de individuos) y riqueza (Nº de morfoespecies y familias) de artrópodos del dosel presentes en los dos complejos híbridos

	Abundancia	Riqueza	Familias
<i>Q. magnoliifolia</i>	185	106	40
Híbridos	257	149	53
<i>Q. resinosa</i>	280	109	36
Total	722	364	129

	Abundancia	Riqueza	Familias
<i>Q. laurina</i>	701	193	125
Híbridos	929	203	139
<i>Q. affinis</i>	588	155	116
Total	2218	551	380

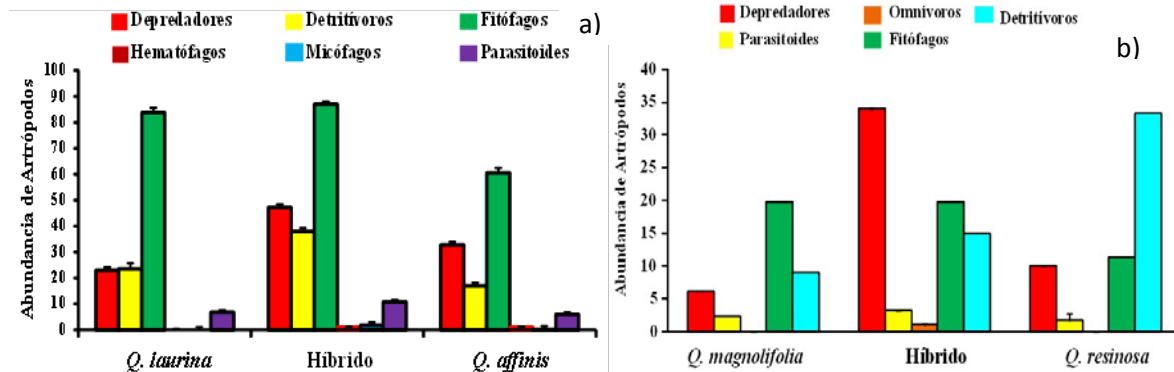


Figura 3. a) Diferencias en la abundancia de artrópodos en el complejo *Quercus laurina* x *Quercus affinis* ($X^2=81.80$; g.l=2; $P=0.0001$) y gremios ($X^2=2699.6803$; g.l=5; $P=0.0001$), así como en el complejo *Quercus magnoliifolia* x *Quercus resinosa* ($X^2=55.9$; d.f. = 2; $P < 0.0001$) y gremios ($X^2=286.7$; d.f. = 4; $P < 0.0001$).

Dentro de los complejos de hibridación se encontraron diferencias significativas entre especies parentales e híbridos, donde los híbridos presentaron mayores niveles de abundancia de gremios de artrópodos. Se encontraron para el complejo *Quercus laurina* x *Quercus affinis* seis gremios de artrópodos, donde se presentan una ligera diferencia con *Quercus laurina* en relación a fitófagos pero una mayor abundancia de detritívoros en relación a sus parentales (Fig.3). Para el complejo *Quercus magnoliifolia* x *Quercus resinosa* el gremio más abundante fue el de los fitófagos, en los híbridos el gremio más abundante es el de los depredadores y para *Quercus resinosa* fue el de los detritívoros (Fig.3).

Se ha registrado que los procesos de hibridación generan cambios en la defensa química foliar, donde los híbridos tienden a presentar mayores concentraciones de metabolitos secundarios (i.e. taninos condensados e hidrolizables) que en relación a sus parentales; e inclusive nuevos metabolitos los cuales se encuentran ausentes en las especies parentales (Orians and Fritz 1995, Orians, 2000, Yarnes et al. 2008). Esto último indica que los procesos de hibridación en plantas pueden considerarse una presión de selección hacia los artrópodos, de forma particular los herbívoros; que se encuentran asociados a estos.

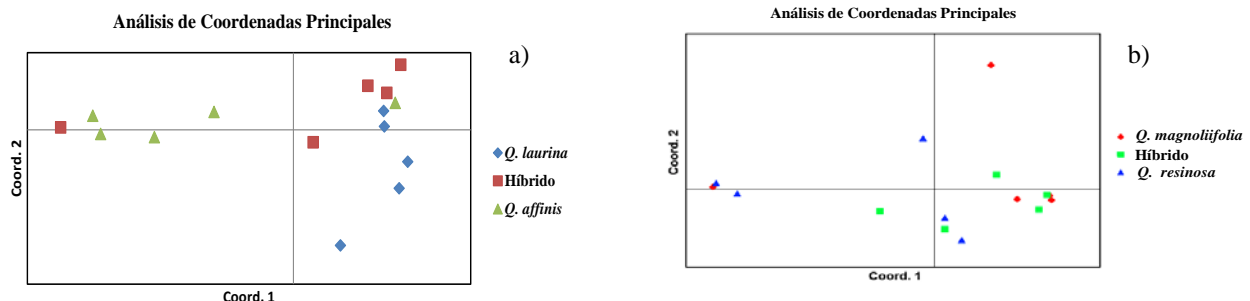


Figura 4. a) Análisis de Coordenadas Principales en el complejo *Quercus laurina x Quercus affinis* .b) Análisis de Coordenadas Principales en el complejo *Quercus magnoliifolia x Quercus resinosa*

En cuanto a la estructura genética dentro de los complejos híbridos, el Análisis de Coordenadas Principales para el complejo *Quercus laurina x Quercus affinis* mostró un patrón de agrupamiento entre parentales e híbridos, siendo los híbridos más cercanos genéticamente a *Quercus laurina* (Fig.4a). Esto coincide con la estructura de gremios de artrópodos donde los híbridos y *Q. laurina* comparten una similitud en cuanto a la abundancia y riqueza de artrópodos. Para el complejo *Quercus magnoliifolia x Quercus resinosa* también se encontró un patrón intermedio entre parentales e híbridos, lo cual indica que los híbridos podrían presentar características intermedias (Fig. 4b). Esto podría explicarse a que dentro del complejo de hibridación existe una patrón de distribución altitudinal donde *Q. resinosa* se localiza en la zona de mayor altitud y *Q. magnoliifolia* en zonas de menor altitud; encontrando a los híbridos en la zona media del gradiente altitudinal (Albarrán-Lara *et al.* 2010). Además coincide con la distribución encontrada en los gremios de artrópodos donde los híbridos presentan una distribución intermedia entre ambas especies parentales pero registrando una mayor abundancia de artrópodos.

CONCLUSIONES

La hibridación es un factor que inciden de manera directa sobre la composición de gremios de artrópodos asociados al dosel, debido a que al favorecer la variación genética se tiene el potencial de generar nuevos atributos y recursos potenciales para diversos grupos de artrópodos. Dentro de los complejo *Quercus laurina x Quercus affinis* y *Quercus magnoliifolia x Quercus resinosa* los híbridos presentan mayor riqueza y abundancia de artrópodos en relación a sus parentales. Lo cual indica que los híbridos están generando nuevos nichos para ser colonizados por artrópodos, así como generar un recambio de especies de artrópodos entre los parentales e híbridos. Además los procesos de hibridación influyen sobre la diversidad de gremios de artrópodos incrementando la diversidad de gremios de forma particular de fitófagos, depredadores, detritívoros y parasitoides. Por lo cual las zonas de hibridación al incrementar la diversidad de artrópodos asociados a híbridos son sitios con una alta actividad tanto ecológica como evolutiva.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto 000000000105755 CB-2008-01 “EFECTO DE LA HIBRIDACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS Y HERBÍVOROS EN TRES COMPLEJOS DEL GÉNERO QUERCUS EN MÉXICO” Financiado por el CONACyT, por el apoyo económico brindado para el desarrollo de este proyecto de tesis. Gracias.

LITERATURA CITADA

- Albarrán-Lara, A. L. et al. 2010. Leaf fluctuating asymmetry increases between *Quercus magnoliifolia* and *Quercus resinosa* (Fagaceae) through an altitudinal gradient in Mexico. *Int. J. Plant Sci.* 171: 310-322.
- Aldrich PR, Michler CH, Sun W, Romero-Severson J. 2002. Microsatellites markers for northern red oak (Fagaceae: *Quercus rubra*). *Molecular Ecology Notes* 2: 472-474.

- Arnold, M. L. 1997. Natural hybridization and evolution. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Borror, D.J. y White, R.E. 1976. Insects. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts. 404 p.
- Fritz, R. S., and P. W. Price. 1988. Genetic variation among plants and insect community structure: willows and sawflies. *Ecology* 69:845–856.
- González-Rodríguez A, Arias DM, Valencia S, Oyama K. 2004a. Morphological and RAPD analysis of hybridization between *Quercus affinis* and *Quercus laurina* (Fagaceae), two Mexican red oaks. *Am J Bot* 91:401–409.
- 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. and Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3–35.
- Orians, C. M. 2000. The effects of hybridization in plants on secondary chemistry: implications for the ecology and evolution of plant-herbivore interactions. *Am. J. Bot.* 87:1749–1756.
- Orians, C. M. and Fritz, R. S. 1995. Secondary chemistry of hybrid and parental willows: phenolic glycosides and condensed tannins in *Salix sericea*, *S. eriocephala*, and their
- 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.
- 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.
- Yarnes CT, Boecklen WJ, Salminen JP .2008. No simple sum: seasonal variation in tannin phenotypes and leaf-miners in hybrid oaks. *Chemoecology* 18:39–51