

DIVERSIDAD DE ENTOMOFAUNA EN TRES MORFOTIPOS DE AGALLAS ASOCIADAS A *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. EN EL ESTADO DE MÉXICO

Noemi Flores-Mercado¹, Mónica Rangel-Villafranco¹, Juli Pujade-Villar², Israel Cardenas-Camargo² y Martha Patricia Chaires-Grijalva³✉

¹Universidad Intercultural del Estado de México, Libramiento Francisco Villa S/N, Col. Centro, 50640, San Felipe del Progreso, México.

²Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Avda. Diagonal 645, 08028-Barcelona, Catalunya.

³Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Km 36.5 Montecillo, Texcoco. Estado de México. C.P. 56230

✉ Autor de correspondencia: mapatcg@gmail.com

RESUMEN. Este trabajo tuvo como objetivos estudiar la entomofauna presente en agallas de *Quercus crassipes* Humb & Bonpl en el bosque de Rancho Concepción, Estado de México, así como caracterizar los morfotipos de agallas de este encino. Se estudiaron dos modelos morfológicos distintos de *Amphibolips hidalgoensis* y se concluyó que la fauna es más diversa en las agallas que presentan el ápice en punta que a su vez son más blandas y rugosas.

Palabras clave: Cynipidae, fauna, *Amphibolips*, agallas, México.

Diversity of entomofauna on three gall morphotypes associated with *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. in the State of Mexico

ABSTRACT. The objectives of this work were to study the entomofauna present in galls of *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. in the forest of Rancho Concepción, State of Mexico, as well as to characterize the gall morphotypes of this oak. Two different morphological models of *Amphibolips hidalgoensis* were studied and it is concluded that the fauna is more diverse in the galls that have the tip on apex, which in turn are softer and rugose.

Keywords: Cynipidae, fauna, *Amphibolips*, galls, Mexico.

INTRODUCCIÓN

México es considerado el centro de diversificación de encinos, reconociéndose de 161 a 173 especies (109 endémicas), de las cuales 25 especies se encuentran en el Estado de México (González-Rivera, 1993; Valencia, 2004; Romero *et al.*, 2015). Los encinares como ecosistemas son de gran importancia por su distribución y diversidad; se adaptan a diferentes condiciones abióticas por lo que se pueden encontrar en zonas templadas, tropicales y subtropicales (Valencia, 2004). El género *Quercus* es abundante y posee una cobertura y biomasa exuberante, constituyendo el hábitat y alimento de un sin fin de especies, estableciendo por esta razón múltiples interacciones bióticas (Rubio-Lincona *et al.*, 2010). Un ejemplo son las agallas definidas como estructuras anormales de las láminas de las hojas, los pecíolos, las yemas, amentos y ramas que se desarrollan por la acción específica de la presencia o actividad de un organismo inductor, provocando fenómenos de hipertrofia e hiperplasia y, en las más complejas, neogénesis (Pujade-Villar *et al.*, 2009; Pujade-Villar, 2013). Además de la interacción con los inductores, estas agallas presentan condiciones que favorecen la sucesión de comunidades de insectos que por su aparición se denominan: a) fauna primaria (directamente relacionada con la agalla o con sus habitantes por una relación obligatoriamente trófica: inquilinos y parasitoides), b) secundaria (constituida por todos los organismos que usan las agallas sin ninguna relación trófica o sin una rigidez trófica: los cecidófagos y los sucesores) y c) terciaria (formada por los organismos que degradan la agalla cuando cae al suelo: epigeos); estas interacciones en sus diferentes niveles presentan un alto grado

de especificidad (Cornell, 1990). Considerando que Chapin III *et al.* (2011) definen a los ecosistemas como las interacciones entre elementos abióticos y bióticos pueden considerarse ecosistemas, razones por las cuales Pujade-Villar (2013) considera a las agallas como microecosistemas; incluso Serrano-Muñoz *et al.* (2015) las consideran “hot spots” por ser refugio y alimento para diferentes organismos en sus fases de desarrollo; sin embargo, han sido poco estudiadas.

Pujade-Villar *et al.* (2009) y más tarde Pujade-Villar y Ferrer-Suay (2015) realizaron una compilación de estudios registrados en México sobre los principales inductores de agallas de encinos, los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México, encontrando 183 especies de cinípidos asociados a 30 especies de encinos (17 endémicos). Serrano-Muñoz *et al.* (2015 y 2016), analizan a los Synergini y Chalcidoidea de *Atrusca* sp. y de *Andricus quercuslanigera* de la región noreste de la Sierra de Guadalupe (Estado de México). En el primer estudio se registran 290 insectos pertenecientes a *Atrusca* (Cynipini), *Synergus* (Synergini) y Chalcidoidea (Eulophidae, Eupelmidae, Ormyridae, y Eurytomidae) asociados a *Quercus mexicana* en dos localidades del Estado de México (Jaltepec y Santa Rosa); en el segundo estudio se reportan 367 especímenes: 108 *A. quercuslanigera* (Cynipini), 130 *Synergus* (Synergini), 6 *Eupelmus* (Eupelmidae), 10 *Eurytoma* (Eurytomidae), 96 *Acaenacis* (Pteromalidae), 13 *Ormyrus* (Ormyridae) y 4 *Torymus* (Torymidae) de la región noroeste de la Sierra de Guadalupe.

Pujade-Villar *et al.* (2009) mencionan que si México tiene un número extraordinario de especies de *Quercus*, presumiblemente también lo tiene de cinípidos, y seguramente en toda la entomofauna asociada a las agallas. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar la entomofauna presente en *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en el bosque de Rancho Concepción del Estado de México así como caracterizar los morfotipos de agallas.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en la comunidad Rancho Concepción en el municipio de San Felipe del Progreso, al noroeste del Estado de México; para la recolecta de las agallas se realizaron tres recorridos de campo; durante éstos se localizaron 15 individuos de *Q. crassipes* Humb. & Bonpl. que, una vez seleccionados se dividió la estructura de la copa en tres estratos, de los cuales se tomaron máximo cinco agallas; este número varió dependiendo de su presencia. Las agallas recolectadas fueron transportadas al Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Microscopía de la Universidad Intercultural del Estado de México para su identificación y caracterización.

Para la identificación y análisis de la diversidad de la entomofauna se hicieron revisiones de cada uno de los morfotipos de agallas; los insectos que aparecieron se registraron desde la fecha de recolecta (Julio de 2016) hasta Junio de 2017 (11 meses); el número total de observaciones fue diez. Cada insecto fue conservado en alcohol al 70 %; posteriormente fueron montados y separados en: i) inductores, ii) fauna primaria (inquilinos y parasitoides) y iii) fauna secundaria. Debido a la diversidad e interacción de entomofauna que se desarrolla dentro de ellas se decidió realizar un análisis de la diversidad de las comunidades que se encontraron asociadas a las especies de encinos y a los morfotipos usando al índice de biodiversidad de Simpson (Moreno 2001).




Los inquilinos, parte de la fauna secundaria y de los inductores están depositados en la Universidad de Barcelona, España. Los Coleoptera, Hemiptera y *Torymus* n. sp. están siendo estudiados por otros autores (Amador Viñolas, Marcos Roca-Cusachs y Petr Janšta, respectivamente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de tres morfotipos de agallas para *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. (Cuadro 1.).

El número total de insectos emergidos fue de 2,135; se determinaron cinco órdenes, ocho familias, seis géneros y tres especies (una de ellas en proceso de descripción). El total de insectos registrados en dichas emergencias se clasificaron en inductores, fauna primaria y fauna secundaria. Para los inductores se registraron 105 organismos de la especie *Amphibolips hidalgoensis*; dentro de la fauna primaria, los inquilinos presentaron 1,935 individuos que corresponden a *Synergus citriformis*; para los parasitoides, se clasificaron 69 insectos incluidos en cinco familias: Pteromalidae, Eulophidae, Eurytomidae, Ormyridae y Torymidae. En el caso de la fauna secundaria se registraron 26 insectos correspondientes a cuatro órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Psocoptera.

Cuadro 1. Morfotipos de agallas presentes en *Quercus crassipes* Humb & Bonpl.

Morfotipo	Características físicas	Aspecto
1	Esférica (hasta 6 cm de diámetro) Localizada en las yemas Textura lisa Consistencia relativamente dura Color café claro Cámara larval central, única Tejido esponjoso interno compacto	
2	Esférica terminada en punta (hasta 6 cm de diámetro) Localizada en las yemas Textura lisa algo rugosa Consistencia esponjosa Color café claro Cámara larval central, única Tejido esponjoso interno laxo	
3	Ovalada Sobre las hojas del nervio central Consistencia ligeramente dura Plurilocular Puede haber más de una agalla en la hoja Color café claro	

En la primera emergencia, todas las fases de entomofauna coexisten dentro de las agallas más complejas lo que apoya lo postulado por Pujade-Villar (2013) que las agallas funcionan como microecosistemas, además de ser un refugio para algunas especies; la última emergencia se obtuvo 11 meses después de las colectas de las agallas y corresponde al género *Synergus*. La presencia de agallas en los ecosistemas templados favorece la diversidad y mantiene numerosas cadenas tróficas (Pujade-Villar, 2013).

Para el análisis de la diversidad se tomaron sólo dos de los tres morfotipos: *Amphibolips hidalgoensis* de agalla esférica y *Amphibolips hidalgoensis* con agallas terminadas en punta (Fig.

1); *Neuroterus* sp. no fue comparado ya que tiene muy pocos individuos reportados (8 inductores). De esta manera, de acuerdo al índice de Simpson, *Amphibolips hidalgoensis* con punta es el morfotipo de agalla que presenta más diversidad de insectos: *Amphibolips hidalgoensis* sin punta (1.18) *Amphibolips hidalgoensis* con punta (1.1272).

Tabla 2. Diversidad de insectos para *Quercus crassipes* Humb & Bonpl

Morfotipo de agalla	Orden	Familia	Género	Especie	No. organismos	No. de agallas	No. Total organismos
1	Hymenoptera	Cynipidae	<i>Amphibolips</i>	<i>hidalgoensis</i>	60	129	1495
			<i>Synergus</i>	<i>citriiformis</i>	1377		
		Eulophidae	<i>Eurytma</i>	7			
		Eurytomidae	<i>Eurytoma</i>	21			
	Torymidae	<i>Torymus</i>	17				
	Hemiptera	Anthocoridae		2			
	Psocoptera			10			
Coleoptera			1				
2	Hymenoptera	Cynipidae	<i>Amphibolips</i>	<i>nr hidalgoensis</i>	37	68	632
			<i>Synergus</i>	<i>citriiformis</i>	551		
		Eulophidae		5			
		Eurytomidae	<i>Eurytoma</i>	7			
		Ormyridae	<i>Ormyrus</i>	1			
		Torymidae	<i>Torymus</i>	8			
	Pteromalidae		6				
	Sphecidae		5				
	Hemiptera	Anthocoridae		1			
		Miridae		1			
Psocoptera			1				
Coleoptera			9				
3	Hymenoptera	Cynipidae	<i>Neuroterus</i>		8	3	8

En el bosque del Rancho Concepción se presentaron las condiciones adecuadas para el inductor (*Amphibolips hidalgoensis*) que logró generar dos tipos de agallas complejas (*Amphibolips hidalgoensis* modelo tipo, *A. hidalgoensis* modelo con punta) que permitieron establecer un amplio número de fauna primaria e incluso secundaria, lo cual propicia intrincadas relaciones tróficas entre la fauna registrada (Cuadro 2, Figura 1). Es importante resaltar que en estos microecosistemas y para este trabajo se determinaron los inductores, la fauna primaria e incluso la fauna secundaria a nivel mínimo de orden que no había sido reportada en otras investigaciones por lo que este trabajo contribuye al conocimiento de las interacciones y de los insectos que las establecen, manifestando la diversidad que soportan estos microecosistemas.

La entomofauna de las agallas representan taxa importantes que forman parte de la diversidad que albergan los bosque templados de México y de los que se sabe poco en cuanto a las relaciones bióticas, cadenas tróficas y los posibles servicios ecosistémicos que brindan. Falta realizar estudios para entender la diversidad, la dinámica de dichas poblaciones y la importancia ecológica que pueden tener estos microecosistemas; además del papel estructural y funcional de los encinos como especies hospederas ya que con base a Pujade-Villar *et al.* (2009), en México tan sólo se han estudiado a los cinípidos inductores de agallas en 30 de las 173 especies de encinos, que reportan Romero *et al.* (2015) y para el Estado de México sólo se tenían el reporte de esta

asociación en *Atrusca* sp. sobre *Quercus mexicana*, de *Andricus quecuslanigera* sobre *Q. rugosa* y de forma indirecta *A. georgei* (Serrano *et al.*, 2012, 2015 y 2016).

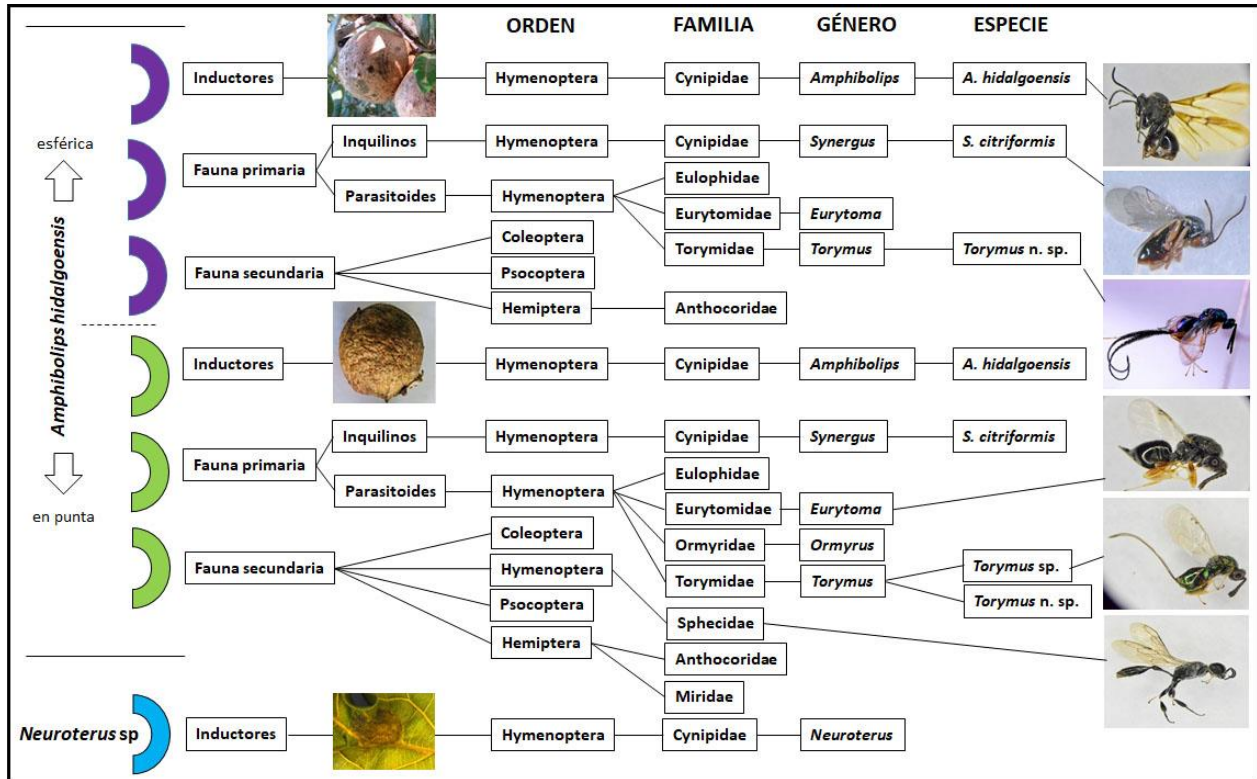


Figura 1. Esquemización de la entomofauna emergida de *Quercus crassipes* Humb & Bonpl.

CONCLUSIÓN

Este trabajo contribuye con el análisis de las relaciones que se establecen con *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl., lo que representa un total de dos de las 25 especies reportadas para el Estado de México. El estudio de la biodiversidad que albergan los ecosistemas debe analizarse desde todos los niveles de organización y entender el papel que juega está en el funcionamiento de los ecosistemas para poder generar medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático (Balvanera *et al.*, 2016) Finalmente, se encontró que una misma especie de agalla de *Amphibolips* con dos morfologías distintas alberga faunas primarias y secundarias distintas, siendo más diversa la que acaba en punta, que a su vez están menos endurecidas ya que el tejido esponjoso es más laxo.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la comunidad de Rancho Concepción por permitir tomar el material biológico, al Laboratorio de Microscopía de la Universidad Intercultural por el préstamo de su equipo. También a Irene Lobato-Vila por la determinación de los inquilinos y finalmente a Irene Lobato-Vila y a Leticia Valencia por definir las fotografías de *Synergus citriformis* y *Torymus n. sp.*, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Balvanera, P., Arias-González J. E., Rodríguez-Estrella R., Almeida-Leñero L., Schmitter-Soto J.J. (eds.). 2016. Una mirada al conocimiento de los ecosistemas de México. Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, 441 pp.
- Cornell, J. A. 1990. Experiments with mixtures: Designs, models and the analysis of mixture data, New York: John Wiley & Sons, Inc. 37-61.
- Chapin III, F.S., P.A. Matson and P.M. Vitousek. 2011. Principles of terrestrial ecosystem ecology. 2a. ed. Nueva York, Springer.
- González-Rivera, R. 1993. La diversidad de los encinos mexicanos. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 44:125-142.
- Moreno, E., C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad, M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1, Zaragoza, 84 pp.
- Pujade-Villar, J. 2013. Las agallas de los encinos un ecosistema en miniatura que hace posible estudios multidisciplinarios. Entomología Mexicana, 21: 2-22.
- Pujade-Villar, J. y Ferrer-Suay, M. 2015. Adjudicació genèrica d'espècies mexicanes d'ubicació dubtosa descrites per Kinsey i comentaris sobre la fauna mexicana (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 79: 7-14.
- Pujade-Villar, J., Carbajal-Gamboa, O., Treto-Pereyra, R., Canda-Orozco, L. G. Y Carrillo-Sánchez, C., (2011), Primeros datos sobre las agallas de encinos producidos por cinípidos (Hym., Cynipidae) colectados en la Sierra de Monte Escobedo (Zacatecas, México) sobre *Q. resinosa*. Orsis, 26:103-116.
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Chagoyan-García, C. 2009. Estado del Conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: Perspectivas de estudio. Neotropical Entomology 38 (6): 809-821.
- Romero, R. S., Rojas, Z., E., C. y Rubio, L., L., E. 2015. Encinos de México (*Quercus*, Fagaceae), 100 especies, Universidad Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, 1-287 pp.
- Rubio-Lincona, Romero-Rangel, S. Y Rojas-Zetano, E. 2010. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México, Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 77-90.
- Serrano-Muñoz M., Villegas-Guzmán, A. G., Lomelí-Flores, J. R., Equihua-Martínez, A. y J. Pujade-Villar. 2012. Inquilinos y parasitoides asociados a *Andricus georgei* Pujade-Villar 2011 (Hymenoptera: Cynipidae) en el Bosque de Tlalpan Distrito Federal. Pp: 183–186. In: Sansinenea-Royano, E., Zumaquero-Ríos, L. y M. C. Del Rincón-Castro (Eds.). Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico.
- Serrano-Muñoz, M., Villegas-Guzmán, G. A., Callejas-Chavero, A., Lomelí-Flores, Romero-Rangel, S. y J. Pujade-Villar. 2015. Synergini y Chalcidoidea (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) de la región Noroeste de la Sierra de Guadalupe, Estado de México, Entomología Mexicana, 2:155-160.
- Serrano-Muñoz, M., Villegas-Guzmán, G. A., Callejas-Chavero, A., Lomelí-Flores, J. R., Barrera-Ruiz, U. M., Pujade-Villar, J. y Ferrer-Suay, M. 2016. Himenópteros asociados a las agallas de *Andricus quercusslanigera* (Hymenoptera: Cynipidae, Chalcidoidea) de Sierra de Guadalupe, Estado de México. Entomología Mexicana, 3: 117-182.
- Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 75: 33-53.