



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS
CENTRO DE AGROECOLOGÍA

MESTRÍA EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

**ESPECIES DE AVISPAS INDUCTORAS DE AGALLAS
(INSECTA: HYMENOPTERA) EN LOS ENCINOS (*Quercus* spp)
DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA**

TESIS

Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias en Agroecología

PRESENTA

Biol. SAMAY BRAVO CUAUTLE

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR

DR. JULI PUJADE-VILLAR

CO-DIRECTOR

Dra. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES

ASESORES

Dr. JESÚS FRANCISCO LÓPEZ OLGUÍN

M PHIL. ALLEN J. COOMBES

Dr. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA



Puebla, Pue., Enero 2026

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Agallas	3
2.1.1 Formación de la agalla	4
2.1.2 Insectos inductores de agallas	4
2.1.3 Familia Cynipidae	6
2.2 <i>Quercus</i>	6
2.2.1 Sistemas agroforestales como sujetos de estudio	7
2.2.2 Jardines botánicos como sistemas agroforestales urbanos	8
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. OBJETIVOS	11
4.1 Objetivo general	11
4.2 Objetivos particulares	11
V. HIPÓTESIS	11
VI. ZONA DE ESTUDIO	12
VII. METODOLOGÍA	14
7.1 Trabajo de campo	14
7.1.1 Colecta de agallas en diferentes especies de <i>Quercus</i>	14
7.2 Trabajo de laboratorio	15
7.2.1 Cría de adultos	15
7.2.2 Porcentaje de infestación	16
7.3 Identificación del material	16
VIII. RESULTADOS	19
8.1 Cinípidos agalladores	19
8.2 Descripción de los principales cinípidos agalladores	20
8.2.1 <i>Amphibolips hidalgoensis</i> (Pujade-Villar & Melika, 2011)	20
8.2.2 <i>Amphibolips tarasco</i> (Nieves-Aldrey & Pascual, 2012)	22
8.2.3 <i>Andricus coombesi</i> (Pujade-Villar & Pérez-Torres, 2024)	22

8.2.4 Andricus morfotipo 1	23
8.2.5 Andricus morfotipo 2	24
8.2.6 <i>Andricus sphaericus</i> (Pujade-Villar, 2016)	25
8.2.7 <i>Femuros mínimum</i> (Bravo-Cuautle, Cuesta-Porta & Pujade-Villar, 2026)	27
8.2.8 <i>Feron cylindratum</i> (Kinsey, 1937)	28
8.2.9 <i>Neuroterus eugerus</i> (Pujade-Villar, 2018)	29
8.2.10 <i>Neuroterus fusifex</i> (Pujade-Villar & Ferrer-Suay, 2016)	30
8.2.11 <i>Neuroterus nervus</i> (Pujade-Villar & Bravo-Cuautle, 2025)	31
8.2.12 <i>Neuroterus visibilis</i> (Kinsey, 1938)	33
8.2.13 <i>Striatoandricus nievesaldreyi</i> (Pujade-Villar 2011)	34
8.3 Incidencia de las agallas presentes	35
8.4 Parasitoides	35
8.4.1 <i>Quercus glaucoides</i>	36
8.4.2 <i>Quercus grahamii</i>	37
8.4.3 <i>Quercus liebmanni</i>	38
8.4.4 <i>Quercus sartorii</i>	39
8.5 Cinípidos inquilinos	39
8.6 Morfotipos de agallas por especie de encino de las cuales el cinípido no fue identificado	40
8.6.1 Agallas asociadas a <i>Quercus glaucoides</i>	40
8.6.1 Agallas asociadas a <i>Quercus liebmanni</i>	40
IX. DISCUSIÓN	42
X. CONCLUSIONES	44
XI. CONTRIBUCIONES	46
XII LITERATURA CITADA	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Agallas colectadas y emergencias de organismos por especie de encino, en el periodo de Enero del 2024 a Febrero del 2025, Jardín Botánico Universitario, BUAP.	19
2	Especies de <i>Cynipidae</i> agalladores por encino.	20
3	Emergencia de <i>Amphibolips hidalgoensis</i> .	21
4	Emergencia de <i>Amphibolips tarasco</i> .	22
5	Emergencia de <i>Andricus coombesi</i> .	23
6	Emergencia de <i>Andricus</i> morfotipo 1.	24
7	Emergencia de <i>Andricus</i> morfotipo 2.	25
8	Emergencia de <i>Andricus sphaericus</i> .	26
9	Emergencia de <i>Femuros minimum</i> .	27
10	Emergencia de <i>Feron cylindratum</i> .	29
11	Emergencia de <i>Neuroterus eugeros</i> .	30
12	Emergencia de <i>Neuroterus fusifex</i> .	31
13	Emergencia de <i>Neuroterus nervus</i> .	33
14	Emergencia de <i>Neuroterus visibilis</i> .	33
15	Emergencia de <i>Striatoandricus nievesaldreyi</i> .	34
16	Familias de avispas parasitoides identificados por cada especie de encino.	35
17	Especies de avispas parasitoides identificados en <i>Q. glaucoides</i> .	36
18	Avispas parasitoides identificados para <i>Q. grahamii</i> .	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Ubicación de los puntos de colecta dentro del jardín botánico de la BUAP.	13
2	Colecta directa en las diferentes especies de encinos.	14
3	a) Muestras dentro de la cámara de cría. b) Preservación en alcohol al 70% de un cinípido.	16
4	a) Montaje de los organismos con su respectiva agalla. b) Toma de fotografías de los cinípidos con microscopio electrónico de barrido.	18
5	Monitoreo de agalla <i>in situ</i> , desde la ovoposición a la emergencia del cinípido.	18
6	a) Agalla inmadura generada por <i>Amphibolips hidalgoensis</i> . b) Tejido esponjoso suave que protege la cámara larval central. c) Localización de la agalla de <i>Amphibolips hidalgoensis</i> en <i>Q. sartorii</i> . d) Maduración de las agallas en los encinos.	21
7	a) Vista panorámica de la rama con agallas de <i>Andricus coombesi</i> . b) Agalla en crecimiento. c) Emergencia del adulto en laboratorio. d) Adulto.	23
8	a) Agalla <i>Andricus</i> morfotipo 1 presente en <i>Q. glaucoides</i> . b) Orificio de emergencia del cinípido.	24
9	Orificio de emergencia de <i>Andricus</i> morfotipo 2 presente en bellotas inmaduras de <i>Q. glaucoides</i> .	25
10	a) Agallas desarrolladas sobre la base apical de las hojas b) Desarrollo de las agallas de <i>Andricus sphaericus</i> sobre las venas principales de las hojas.	26
11	Ejemplar de <i>Andricus sphaericus</i> .	26
12	a) Agalla inducida por <i>Femuros minimum</i> en el ápice de las ramas de <i>Q. glaucoides</i> . b) Emergencia de adulto c) Corte transversal de la agalla mostrando la cámara larval.	27
13	a) Adulto de <i>Feron cylindratum</i> . b) Agallas desarrolladas en el envés de una hoja de <i>Quercus glaucoides</i> , dispuestas de forma dispersa y aislada. c) Corte transversal de la agalla mostrando la cámara larvaria central.	28
14	a) Adulto de <i>Neuroterus eugeros</i> . b) Agallas desarrolladas sobre las hojas de <i>Q. glaucoides</i> .	29
15	a) Crecimiento de agallas de <i>N. fusifex</i> sobre brotes inmaduros de hojas de <i>Q. liebmannii</i> . b) Desarrollo de la agalla de <i>N. fusifex</i> sobre brotes foliares.	30
16	a) Ovoposición de <i>N. fusifex</i> , sobre el envés de hoja de <i>Q. liebmannii</i> .	31

	b) Parasitoide localizando el desarrollo de larvas de <i>N. fusifex</i> sobre amentos de <i>Q. liebmannii</i> . c) Disposición de las cámaras larvarias.	
17	a) Agallas de <i>Neuroterus nervus</i> desarrollándose sobre la vena principal de las hojas de <i>Q. glaucoides</i> . b) Agalla inmadura con hipertrofia visible. c) Corte transversal de la agalla mostrando las cámaras larvarias distribuidas a lo largo de la vena.	32
18	a) Agallas de <i>Neuroterus nervus</i> desarrollándose sobre la vena principal de las hojas de <i>Q. glaucoides</i> . b) Agalla inmadura con hipertrofia visible. c) Corte transversal de la agalla mostrando las cámaras larvarias distribuidas a lo largo de la vena.	32
19	a) Agalla de <i>Neuroterus visibilis</i> vista desde el envés de la hoja en <i>Quercus liebmannii</i> b) Agalla de <i>Neuroterus visibilis</i> vista desde el haz. c) Ejemplar adulto de <i>Neuroterus visibilis</i> .	33
20	a) Localización de las agallas generada por <i>Striatoandricus nievesaldreyi</i> en <i>Q. glaucoides</i> . b) Disposición de las cámaras larvarias dentro de la agalla.	34
21	a) Adulto de <i>Sycophila florida</i> , b) adulto de <i>Sycophila wiltzae</i> y c) adulto de <i>T. nr. Fullawayi</i> .	36
22	a) Adulto de <i>T. nr. -fullawayi</i> 3 b) adulto de <i>T. nr. fullawayi</i> 1 c) adulto de <i>T. fullawayi</i> d) adulto del grupo <i>Quadrata</i> y e) ejemplar del Grupo <i>Mucronura</i> .	38
23	a) Adulto de la familia <i>Eulophidae</i> . b) Adulto del género <i>Eurytoma</i> .	39
24	Adulto cinípido inquilino del género <i>Synergus</i> y <i>Ceroptres junquerasi</i>	40
25	Agallas colectadas en <i>Q. glaucoides</i> donde a, b, c y g no hubo emergencia, mientras que e, f y d tuvieron emergencia de parasitoides.	41
26	Agallas colectadas en <i>Q. liebmannii</i> a) emergencia de parasitoides y b) solo se observó una agalla durante el tiempo de colecta.	41

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Expreso mi agradecimiento a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECITHI) por el otorgamiento de la beca para la realización de esta investigación, correspondiente al número de beca 651af773fc98230cd353c25a y CVU 13167171.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el apoyo brindado dentro del Programa Institucional para la Consolidación de los Cuerpos Académicos para la realización del proyecto con clave 100526112-VIEP2025 "AVISPAS INDUCTORAS DE AGALLA (INSECTA: HYMENOPTERA) EN LOS ENCINOS DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA"

Al Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por ser una base fundamental en mi formación y en mi futuro dentro de la ciencia.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

El agradecimiento es la memoria del corazón.

Por ello, no existen palabras suficientes para expresar lo profundamente agradecida que estoy con la vida y con Dios por permitirme vivir cosas tan hermosas, algunas tangibles otras no. Por dejarme deslumbrar por lo efímero de la vida y maravillarme con las cosas más minuciosas.

Al Dr. Agustín, por introducirme al maravilloso mundo de la entomología. Yo no sabía que mi vida iba a cambiar tanto desde esa primera clase.

Gracias a la Dra. Cecy, por ser siempre mi pilar y acompañarme en cada movimiento, por creer en mí.

Al Dr. Juli, por darme la oportunidad de adentrarme en el fascinante mundo de los cinípidos, por enseñarme a apreciar lo diminuto de la vida y permitirme vivir experiencias que antes ni siquiera habría imaginado. Por abrirme las puertas de su hogar y de su país.

Gracias al Dr. Olguín por sus siempre atinados consejos, puntuales y veraces.

Gracias al Dr. Allen por permitirme recorrer, explorar y conocer el hermoso jardín botánico.

A mis compañeros de la maestría, llevo en mi mente cada una de las vivencias y aprendizajes.

A Lupita y Alexia, por reenseñarme el valor de la amistad y el compañerismo, mucho de esto no habría sido posible sin ustedes, gracias por el apoyo en momentos de soledad y melancolía académica.

A mis padres y a mi hermano, por formarme, porque todo lo que soy y lo que seré es gracias a ustedes y para ustedes.

Gracias mamá, por darme la vida y permitirme vivir y sentir todo esto.

Gracias abuela Licha, por siempre recibirme con un plato de comida caliente, sé muy bien que ese es tu lenguaje del amor.

Agradecimientos especiales a los compañeros de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona, Víctor, Julia y Aitor, por integrarme a su rutina académica y hacerme sentir parte de ella.

Y gracias Rufino, porque tú y solo tú sabes las noches que pase en vela, los momentos de frustración y los momentos de alegría. Gracias por la comprensión, la paciencia y el amor.

Dios se revela en la armonía ordenada de la naturaleza, Deus sive natura.

RESUMEN

Se han descrito alrededor de 1400 especies de cinípidos, que presentan una alta especificidad hacia sus plantas hospederas de la familia Fagaceae, es especial del género *Quercus*. México es uno de los principales centros de diversificación y endemismo de encinos, por lo que se espera una elevada diversidad de avispas inductoras de agallas asociadas a este grupo.

En sistemas agroforestales urbanos como los jardines botánicos, el estudio de estas interacciones resulta fundamental para el conocimiento y conservación de la biodiversidad. El presente estudio se llevó a cabo en el jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde se cuenta con ejemplares de *Quercus* correctamente identificados. El objetivo fue determinar las especies de avispas inductoras de agallas en las especies de *Quercus* (Fagaceae) del jardín botánico de la BUAP y conocer su relación con dichos encinos.

Las colectas se realizaron de enero del 2024 a febrero del 2025. Se recolectaron agallas junto con el tejido vegetal en el que se encontraban en desarrollo, las cuales fueron trasladadas al laboratorio y colocadas en cámaras de emergencia, separadas y etiquetadas. También se colocaron trampas *in situ* para tener el registro del desarrollo de la agalla. Las muestras se revisaron semanalmente, para registrar la emergencia de los adultos. Posteriormente, los organismos que emergieron fueron montados con su respectiva agalla e identificados. Se colectaron un total de 920 agallas, donde solo emergieron cinípidos inductores de agallas, cinípidos inquilinos y parasitoides. Se identificaron once especies de cinípidos inductores, dos resultaron ser nuevas para la ciencia y dos morfotipos a nivel de género. Con respecto a los parasitoides se registraron seis familias, doce especies y dos grupos. En cuanto a los cinípidos inquilinos, se identificaron dos especies. Las agallas fueron descritas con base en sus características internas y externas, así como en la fecha de emergencia de los insectos.

Palabras clave: Cynipidae, *Quercus*, parasitoides e inquilinos.

I. INTRODUCCIÓN

Se han descrito aproximadamente 13,000 especies de insectos con la capacidad de inducir la formación de agallas. Esta estructura es el resultado de un proceso de coevolución entre planta e insecto inductor, lo cual le confiere un valor adaptativo entre huésped y hospedero (Nieves-Aldrey, 1998).

El mismo autor menciona que la formación de agallas, puede deberse por dos causas principales. La primera está relacionada con los hábitos alimenticios del insecto: cuando se trata de especies picadoras-suctoras (tisanópteros y hemípteros), el daño ejercido sobre la planta provoca una respuesta de defensa que da origen a la estructura de la agalla. La segunda causa se asocia con la ovoposición y el desarrollo larvario de ciertos grupos como lepidópteros, coleópteros, dípteros e himenópteros.

Un rasgo distintivo de los insectos inductores de agallas es su alta especificidad hacia el género o la especie de la planta hospedante, así como de la parte específica de la planta que es hospedera. Es decir, una especie en particular de insecto que induce la formación de agallas, tiene una relación estrecha con una especie o género particular de plantas, incluso la formación de la estructura de la agalla es específica y exclusiva dependiendo del órgano de la planta en que se desarrolle. Cualquier parte de las especies vegetales son susceptibles a la formación de agallas, raíces, tallos, yemas, hojas, flores y frutos (Grandez-Rios *et al.*, 2015; Pujade-Villar, 2013).

Para la planta, la formación de esta estructura representa una interacción antagonista, lo que implica ciertos costos fisiológicos asociados a la producción de recursos destinados a la defensa química, así como la reducción de flores, inflorescencias y semillas, lo cual afecta el desarrollo y éxito reproductivo de la planta (Maldonado-López *et al.*, 2013).

Dentro de los insectos inductores de agallas, la familia Cynipidae (Hymenoptera) constituye uno de los grupos más diversos y mejor representados, particularmente en ecosistemas dominados por especies del género *Quercus*. Los cinípidos se caracterizan por inducir agallas altamente específicas, tanto al hospedero vegetal como al órgano en el que se desarrollan, lo que los convierte en un grupo clave para el estudio de las interacciones planta-insecto (Pascual-Alvarado *et al.*, 2017).

En los sistemas agroforestales, este tipo de relaciones, es parte indispensable para identificar los síntomas dentro del sistema y así establecer patrones entre el tipo de daño y su causa. Esta información es esencial para diseñar estrategias preventivas ante el desequilibrio de las poblaciones de ciertos insectos.

II. ANTECEDENTES

2. 1. Agallas

Las agallas son el resultado de una interacción directa entre el insecto inductor y la planta hospedante. Dada la alta especificidad de esta relación, las agallas presentan una gran diversidad de formas y estructuras, muchas de ellas extremadamente complejas. De acuerdo a su morfología y el tipo de tejido afectado se pueden clasificar en los siguientes grupos (Pujade-Villar, 2013):

Grupo I: La agalla constituye un nuevo órgano sobre la planta. Dentro de este grupo se encuentran las estructuras más complejas, con formas muy variadas, de lenteja, bolsas, vainas, cápsulas, pliegues, enrollamientos, entre otras. Y son inducidas principalmente por artrópodos.

Grupo II: La agalla produce la hipertrofia de un órgano ya existente, generalmente con forma y tamaño regulares. Este grupo puede encontrarse en frutos, tallos, racimos florales, zona apical, etc. Inducidas en la mayoría por artrópodos.

Grupo III: La agalla genera hipertrofia sin morfogénesis definida, presentando formas y tamaños irregulares. Son inducidas principalmente por hongos, bacterias, pulgones y ácaros.

Grupo IV: En este grupo se incluyen las pseudoagallas, caracterizadas por ser inhibiciones del crecimiento sin hipertrofias. Generalmente son inducidas por pulgones.

Grupo V: Comprende cualquier malformación poco modificada de los órganos vegetales. Inducidas principalmente por virus y hongos.

De manera específica, las agallas formadas por los himenópteros son particularmente complejas. Los cinípidos (familia Cynipidae) producen agallas muy variables tanto en aspecto como en coloración. La mayor parte de especies se encuentran en fagáceas, principalmente en el género *Quercus* (Pujade-Villar, 2013).

2.1.1. Formación de la agalla

La formación de la estructura de la agalla comprende tres fases principales: iniciación, crecimiento y maduración. La fase de iniciación comienza con la ovoposición de huevos sobre o dentro de un órgano específico de la planta hospedante. En esta etapa, la larva estimula el desarrollo de las células vegetales, provocando cambios en la actividad fisiológica y en los patrones de crecimiento. Durante la fase de crecimiento, se produce un incremento celular en el tejido de la planta que rodea a la larva. Las células que configuran la cámara larval se transforman en células nutritivas, las cuales constituyen el recurso alimenticio para el desarrollo del insecto. Finalmente, la fase de maduración marca el término del desarrollo de la agalla, este es el momento en el cual la larva tiene una alimentación activa y la estructura alcanza su forma y tamaño definitivos; al final de este proceso la larva pupa, se convierte en adulto y emerge de la agalla realizando un canal de salida con las mandíbulas (Nieves-Aldrey, 1998; Pujade-Villar, 2013).

2.1.2 Insectos inductores de agallas

Entre los insectos inductores de agallas, el grupo más diverso y exitoso es la familia Cynipidae (Hymenoptera), conocida comúnmente como las avispas de las agallas. Esta familia está conformada por 11 tribus principales (Paraulacini, Eschatocerini, Qwaqwaiini, Cynipini, Ceroptresini, Synergini, Diastrophini, Phanadicini, Aylacini, Aulacideini y Rhoophilini) clasificadas de acuerdo con el huésped y la localización de las agallas (Ronquist *et al.*, 2015 y Lobato-Vila *et al.*, 2022).

Paraulacini, esta tribu se distribuye en Sudamérica, son inquilinos o parasitoides de agallas de calcicoideos (Pteromalidae) en árboles del género *Nothofagus*.

Eschatocerini, tribu que se distribuye en Sudamérica, forman sus agallas en especies vegetales del género *Acacia* y *Prosopis*.

Qwaqwaiini, tribu con distribución en Sudáfrica, desarrollan sus agallas en especies vegetales del género *Scolopia*.

Cynipini, esta tribu se caracteriza por presentar una distribución Holártica, desarrolla agallas en fagáceas, principalmente del género *Quercus*.

Ceroptresini, tribu con distribución Holártica, generalmente asociado a agallas cripticas de cinípidos en especies del genero *Quercus*.

Synergini, tribu de distribución mayormente Holártica, son inquilinos de agallas producidas por otros insectos, principalmente de cinípidos.

Diastrophini, esta tribu presenta una distribución Holártica y Neotropical, son formadores de agallas e inquilinos en agallas de cinípidos en especies de la familia Rosaceae y raramente en Smilacaceae.

Phanacidini, tribu con distribución en el sur Afrotropical, Sudamérica y Australia. Inducen la formación de agallas en las familias Asteraceae, raramente en Lamiaceae y Apiaceae.

Aylacini, esta tribu presenta un patrón de distribución Paleártica, induce agallas en especies de la familia Papaveraceae.

Aulacideini, tribu con distribución Holártica, estos organismos inducen la formación de agallas en plantas de las familias Lamiaceae, Valerianaceae y Papaveraceae.

Rhoophilini, tribu con distribución afrotropical, estos organismos se caracterizan por ser inquilinos de otras agallas.

Las tribus Diplolepidini y Pediaspidini ya no pertenecen a los Cynipidae, conforman en la actualidad subfamilias de la familia Diplolepididae (Hearn *et al.*, 2024).

Los cinípidos de la tribu Cynipini, se asocian a fagáceas principalmente con especies del género *Quercus*. Dentro de este grupo se han identificado alrededor de 1400 especies descritas, agrupadas en 76 géneros, lo que lo convierte en el grupo más complejo y diverso de avispas inductoras de agallas de acuerdo a Ronquist *et al.* (2015). Estas avispas de los encinos inducen las estructuras más complejas y diversas de agallas (Medianero, 2011).

2.1.3 Familia Cynipidae

Los himenópteros de la familia Cynipidae son considerados los organismos más importantes en la formación de agallas, generando estructuras evolucionadas y especializadas. Son insectos pequeños, que miden entre 1 y 7 mm, de colores opacos o sombríos, con el abdomen comprimido lateralmente y un ovopositor largo enrollado en espiral. A nivel mundial, se han descrito más de 1400 especies (Nieves-Aldrey, 2001).

Considerando la estrecha relación entre las especies de cinípidos y sus plantas hospederas, especialmente con el género *Quercus*, es necesario abordar las características generales de este grupo.

2.2 *Quercus*

México posee una notable diversidad de encinos (*Quercus*), con aproximadamente 161 especies, 109 son endémicas, lo que cataloga al país como el principal centro de diversificación de este género (Valencia-A y Gual-Díaz, 2014).

Los bosques de encino, se desarrollan principalmente en zonas templadas con altitudes que van de los 1200 a 2800 msnm. Son el segundo recurso maderable más importante del país, y por lo tanto uno de los más explotados (Pimienta-Ramírez *et al.*, 2024). El aprovechamiento de este recurso debe realizarse bajo criterios de manejo sustentable, uso inadecuado puede comprometer tanto su disponibilidad futura como las funciones ecológicas que estos bosques desempeñen (José *et al.*, 2003).

Más allá de su valor económico, los encinos son pilares ecológicos fundamentales. Participan directamente en la producción de oxígeno, la captura de dióxido de carbono y la regulación del clima local, además de actuar como barreras naturales contra la contaminación acústica. Su sistema radicular contribuye a la reducción de la erosión del suelo y a la filtración del agua hacia el subsuelo, manteniendo la estabilidad hídrica de los ecosistemas (Sosa-Ramírez *et al.*, 2011 y Gutiérrez-Pacheco *et al.*, 2021).

Así mismo, estos bosques son centros clave de biodiversidad, donde ocurren procesos ecológicos esenciales como depredación, la herbívora, la simbiosis y la polinización. En ellos habitan múltiples especies que dependen directa o indirectamente de los encinos, incluyendo insectos inductores de agallas, cuyos patrones de interacción reflejan el estado de equilibrio ecológico del ecosistema (Díaz-Pontones y Reyes-Jaramillo, 2009; Garnas *et al.*, 2023).

Por ello, comprender lo que ocurre con los encinos en México resulta vital. Su conservación no solo implica proteger un recurso forestal valioso, sino también mantener el funcionamiento ecológico de amplias regiones del país, garantizar la estabilidad ambiental y preservar la riqueza biológica que caracteriza a los ecosistemas templado mexicano (Flores, 2007; Sabás *et al.*, 2015).

2.2.1 Sistemas agroforestales como sujetos de estudio

Un sistema agroforestal está conformado por poblaciones de plantas cultivadas y animales, con características tanto estructurales como funcionales. Estructuralmente se refiere al diseño físico de cultivos y animales en el espacio o a través del tiempo; funcionalmente constituye una unidad que recibe insumos (radiación solar, agua y nutrimentos) y produce egresos tales como alimentos, leño o forraje. De esta manera, puede referirse como una entidad organizada que utiliza los recursos naturales para obtener productos y beneficios agrícolas, pecuarios y forestales (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

Los sistemas agrícolas y agroforestales son, por si mismos, sujetos de investigación, ya que permiten controlar, probar y manipular componentes ecológicos de manera más precisa que los ecosistemas naturales. Por esta razón, varios ecólogos han enfocado su atención en las dinámicas ecológicas presentes dentro de estos sistemas (Altieri, 1999). La agroforestería representa una práctica sustentable en constante desarrollo, producto de la integración del conocimiento agronómico y ecológico, que busca maximizar el aprovechamiento de la tierra mediante el equilibrio entre productividad y conservación (Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

El manejo adecuado de los sistemas agroforestales implica una integración funcional y socialmente aceptable entre árboles, cultivos y animales, ya sea de forma simultánea o secuencial, con el objetivo de incrementar la productividad total por unidad de superficie. Su meta es optimizar el uso de la energía solar, reducir las pérdidas de nutrimentos, mejorar la eficiencia del uso del agua y maximizar los beneficios generados, contribuyendo al mismo tiempo a la conservación del suelo y la biodiversidad (Beer *et al.*, 2003; Mendieta-López y Rocha-Molina, 2007).

Una de las ventajas del estudio de las interacciones planta-hospedero dentro de estos sistemas radica en la capacidad de identificar síntomas y daños ocasionado por organismos específicos. Este conocimiento permite establecer un monitoreo sistemático para determinar la incidencia y la severidad del daño, expresada como la intensidad del impacto en cada planta, parcela o temporada (Olivares y Sepúlveda, 2005). Gracias a estas observaciones, es posible aplicar estrategias preventivas y de manejo integrado que reduzcan los daños a las especies de interés y mantengan la estabilidad ecológica del sistema.

2.2.2 Jardines botánicos como sistemas agroforestales urbanos

En el contexto urbano, la agroforestería se adapta mediante la aplicación de técnicas agrícolas sostenibles para el aprovechamiento del suelo en espacios urbanos y periurbanos. Estas prácticas se basan en tradiciones agrícolas, pero con un enfoque científico que busca responder a las necesidades de las ciudades modernas. Un sistema agroforestal urbano se caracteriza por la presencia de al menos una especie leñosa perenne (árbol o arbusto) en interacción con cultivos herbáceos y en algunos casos con animales organizados espacial o temporalmente (Navarrete-Flores, 2012).

Los jardines botánicos son un ejemplo representativo de sistemas agroforestales urbanos. Su impacto es multidimensional: ecológico, social y educativo. Estas instituciones funcionan como reservas vivas de especies vegetales, bancos de germoplasma y centro de investigación, contribuyendo activamente a la conservación de la biodiversidad y al estudio de las interacciones entre plantas y plagas forestales. Además, actúan como refugios para

especies amenazadas, espacios de reproducción para especies de valor comercial y centro de educación ambiental que promueven la divulgación científica (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012; Calderón-Cisneros *et al.*, 2015).

La relación entre la agroecología y los jardines botánicos resulta esencial para la creación de paisajes sostenibles. Estos espacios permiten ensayar prácticas agroecológicas en entornos controlados, generando conocimiento aplicable a ecosistemas naturales y agrícolas. De esta manera, los jardines botánicos y la agroforestería conforman un vínculo estratégico que impulsa la conservación, la educación ambiental y la resiliencia frente a los desafíos ecológicos actuales, como el cambio climático o la proliferación de plagas forestales (Vovides *et al.*, 2013; Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012).

III. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento sobre las interacciones biológicas entre el género *Quercus* y las especies de avispas inductoras de agallas en México es escaso. Considerando que los encinos representan el segundo recurso forestal más explotado del país (Pimienta-Ramírez *et al.*, 2024) y que brindan múltiples servicios ecosistémicos esenciales, como la captura de carbono, la regulación climática y la conservación de la biodiversidad, resulta fundamental identificar los organismos que viven en asociación con ellos.

Comprender las relaciones entre los insectos inductores de agallas y las distintas especies de *Quercus* permite evaluar posibles impactos sobre los árboles hospedantes y aporta información valiosa para el manejo y conservación de los bosques de encinos.

El presente estudio pretende dar a conocer las relaciones de los insectos inductores de agallas con las diferentes especies de *Quercus* analizando la forma, estructura y diversidad de las agallas.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar las especies de avispas inductoras de agallas en las especies de *Quercus* (Fagaceae) del jardín botánico de la BUAP y conocer su relación con dichos encinos.

4.2. Objetivos particulares

- 1 Realizar un listado de las especies de avispas presentes en los encinos que se encuentran en el jardín botánico
- 2 Caracterizar el sitio y los tipos de agalla que producen las avispas en los encinos de la zona de estudio.
- 3 Estimar la incidencia de las agallas presentes en los encinos del jardín botánico.
- 4 Determinar los parasitoides de la especie de avispa productora de agalla más abundante (*Andricus coombesi*).

V. HIPÓTESIS

Todas las especies de *Quercus* con distribución nacional registradas en el jardín botánico presentan agallas y algunas de ellas son desconocidas. La morfología de las agallas será específica para cada especie de avispa.

VI. ZONA DE ESTUDIO

El jardín botánico tiene como objetivo principal el estudio, conservación y difusión del conocimiento sobre la flora del estado de Puebla. El herbario asociado cuenta con alrededor de 66 000 registros, mientras que las plantas vivas incluyen 1020 taxones cultivados, de cuales 362 son árboles y 69 son encinos. También hay al redor de 200 especies anuales nativas del estado. Asimismo, mantiene una importante colección de especies *ex situ* consideradas de alta prioridad para la conservación a nivel nacional o internacional (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012; Allen-Coombes, comunicación personal, enero del 2026).

En total, el jardín alberga 756 especies, organizadas en las siguientes secciones: Región Sur, Centro y Norte de Puebla, Cactáceas y suculentas, Humedal, Palmar, *Arboretum*, Plantas de importancia económica y *Quercetum* (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012).

La sección *Quercetum* es especialmente relevante para este estudio, ya que reúne 55 especies pertenecientes a la familia Fagaceae, conformando unas de las colecciones nacionales más importantes de encinos (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012).

Dentro de esta área se encuentran especies como: *Quercus sartorii*, *Quercus castanea x crassipes*, *Quercus liebmannii*, *Quercus acutifolia*, *Quercus glaucoides* y *Quercus grahamii*. Es importante mencionar que solo se muestrearon encinos que tuvieran distribución nacional.

El muestreo se llevó a cabo dentro del jardín botánico de Ciudad Universitaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) (Fig. 1). Este espacio se ubica entre los 19°00'03" y 98°12'02" de latitud norte y los 18°59'57" y 98°11'42" de longitud oeste, con una superficie aproximada de 10.8 hectáreas y una altitud de 2,121 msnm.



Figura 1. Ubicación de los puntos de colecta dentro del jardín botánico de la BUAP.

VII. METODOLOGÍA

La metodología realizada en esta investigación de tesis se llevó a cabo en campo y en laboratorio.

7.1 Trabajo de campo

7.1.1 Colecta de agallas en diferentes especies de *Quercus*

Las colectas en el sitio de estudio se realizaron de manera directa (Fig. 2), mediante una revisión minuciosa de las diferentes partes del árbol. En total, se recolectaron agallas de 16 árboles pertenecientes a distintas especies del género *Quercus*, un ejemplar identificado como *Quercus sartorii*, dos como *Quercus castanea x crassipes*, cinco como *Quercus liebmannii*, dos como *Quercus acutifolia*, dos como *Quercus grahamii* y cuatro como *Quercus glaucoides*.



Figura 2. Colecta directa en las diferentes especies de encinos.

El periodo de colecta inicio el 9 de enero del 2024, realizándose muestreos quincenales hasta el mes de mayo del mismo año. A partir de mayo, la frecuencia de muestreo fue mensual, continuando hasta febrero del 2025.

Las agallas fueron recolectadas junto con la parte del árbol en la que se encontraban. En los casos en que se localizaron sobre hojas, éstas se cortaron por completo; mientras que, si se desarrollaban sobre tallos, se extrajo el fragmento de la rama correspondiente. Cada muestra fue fotografiada en campo y etiquetada, registrando la especie del árbol de origen, la fecha y el sitio de colecta. Posteriormente, las muestras fueron depositadas en bolsas transparentes tipo Ziploc, con el propósito de facilitar su conservación y trasladado al laboratorio. También se colocaron trampas *in situ*, con el fin de monitorear el crecimiento de las agallas y en caso de observarse la ovoposición de cinípidos registrar el desarrollo de las mismas.

Para estimar la incidencia de las agallas en los encinos, se revisaron de manera exhaustiva las ramas de los individuos monitoreados. La toma de datos se realizó durante el mes de junio, periodo en el que las agallas son visibles y se encuentran en diferentes etapas de desarrollo. Para asegurar una representación uniforme del dosel, se seleccionaron ramas de los cuatro puntos cardinales del árbol. De cada orientación se revisaron las ramas por completo. Se registró la presencia o ausencia de agallas en los distintos órganos del árbol, incluyendo hojas, ramas, tronco, flor y frutos.

7.2 Trabajo de laboratorio

7.2.1 Cría de adultos

Las muestras colectadas fueron trasladadas al Laboratorio de Sistemática de Plagas del Centro de Agroecología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde fueron separadas por especie de árbol del cual se colectó y fueron depositadas en frascos transparentes debidamente identificados, los recipientes fueron cubiertos con tul cual les permitió el intercambio de aire y evitó la humedad.

Durante todo el proceso fue fundamental evitar el desarrollo de hongos, por lo cual fue necesario colocar papel absorbente en los frascos, con el fin de controlar posibles excedentes de humedad. Los frascos se mantuvieron bajo condiciones

ambientales normales, sin exposición directa a luz solar ni a la oscuridad total, con un fotoperiodo natural. Las muestras fueron revisadas semanalmente, con el propósito de registrar la emergencia de los adultos (Fig. 3).



Figura 3. a) Muestras dentro de la cámara de cría. b) Preservación en alcohol al 70% de un cinípido.

7.2.2 Porcentaje de infestación.

Para la estimación del porcentaje de infestación, se consideró la proporción de partes vegetales con presencia de agallas respecto al total de partes vegetales revisadas por individuo. El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de infestación (\%)} = \frac{\text{Parte vegetal con agallas}}{\text{Número total de partes revisadas}} \times 100$$

Este procedimiento se aplicó para cada individuo muestreado, por lo cual se obtuvieron valores porcentuales.

7.3 Identificación del material

Una vez que los adultos emergieron, se colocaron cuidadosamente, con la ayuda de pinzas blandas o pinceles, en tubos eppendorf de 5 mm, los cuales fueron preparados

con alcohol al 70%. Cada tubo fue identificado con los datos de colecta y la fecha de emergencia de los organismos.

Para la identificación, los ejemplares se montaron en seco. Los organismos fueron secados al aire, procurando no dañar sus estructuras. Una vez secos, los ejemplares se fijaron con una pequeña gota de goma arábica sobre rectángulos de papel de tamaño adecuado, lo que permitió su manipulación durante la observación.

Las agallas de donde emergieron los adultos también fueron montadas junto con los organismos. La caracterización de las agallas se efectuó mediante registros fotográficos con una cámara digital, anotando el tamaño, forma, ornamentaciones, color en fresco y en seco, número de cámaras larvales y tamaño. Además, se registraron las fechas de colecta en campo y la fecha de emergencia de los insectos.

Los adultos emergidos de las agallas fueron montados, identificados, contados y sexados (Fig. 4a). Para su identificación taxonómica de grandes grupos se utilizaron las claves de Kinsey (1936), Nieves-Aldrey (2001). Para la identificación a nivel de especie se contó con la asesoría del Dr. Juli Pujade-Villar especialista de este grupo, profesor de la facultad de Biología de la Universidad de Barcelona.

En el caso de los organismos parasitoides, la identificación se realizó mediante la revisión bibliográfica de las claves de Gibson *et al.*, 2006, para la superfamilia Chalcicoidea y para la familia Torymidae se contó con la asesoría del candidato a Dr. Aitor Martínez-Romero, estudiante de la facultad de Biología de la Universidad de Barcelona.

Aquellos organismos que fueron identificados como posibles nuevas especies fueron seccionados y cada parte del cuerpo fue colocado de manera individual sobre rectángulos de papel para facilitar la toma de fotografías mediante microscopía electrónica de barrido. Para este proceso, algunos ejemplares fueron trasladados a la facultad de Biología de la Universidad de Barcelona para su identificación (Fig. 4b).

Parte del material colectado fue preservado en cajas entomológicas y depositado en la Colección Entomológica Miguel Ángel Morón Ríos del Laboratorio de Diagnóstico de Problemas Fitosanitarios del Centro de Agroecología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y otra parte se mantiene bajo resguardo del Dr. Juli Pujade-Villar en facultad de Biología de la Universidad de Barcelona.

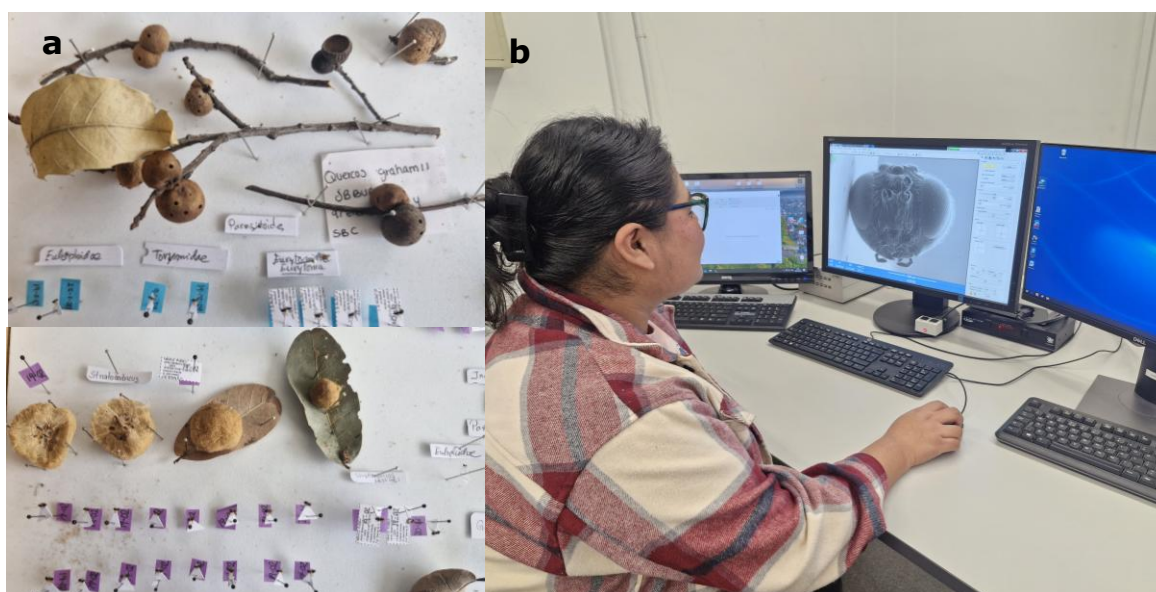


Figura 4. a) Montaje de los organismos con su respectiva agalla. b) Toma de fotografías de los cinípidos con microscopio electrónico de barrido.

Las agallas observadas *in situ* fueron monitoreadas cada mes a partir de la observación de la ovoposición, hasta la maduración de la agalla, momento en el cual se realizó su colecta para poder obtener el registro de la emergencia del cinípido (Fig. 5).



Figura 5. Monitoreo de agalla *in situ*, desde la ovoposición a la emergencia del cinípido.

VIII. RESULTADOS

Se colectaron un total de 932 agallas de las cuales 544 tuvieron emergencia del cinípido agallador, en 14 se obtuvieron cinípidos inquilinos y en 374 se obtuvieron parasitoides. Lo cual nos da evidencia de la relación de estas avispas en las agallas, las cuales no solo albergan al insecto inductor, sino también a inquilinos y parasitoides.

Del total de especies de encinos muestreadas la especie *Quercus glaucoides* fue la que presento mayor número agallas (Tabla 1).

Tabla 1. Agallas colectadas y emergencias de organismos por especie de encino, en el periodo de Enero del 2024 a Febrero del 2025, Jardín Botánico Universitario, BUAP.

Especies de encino	Cynipidae (agalladores)	Cynipidae (inquilinos)	Parasitoides	Total de muestras
<i>Quercus grahamii</i>	210	0	109	319
<i>Quercus glaucoides</i>	258	12	170	428
<i>Quercus liebmannii</i>	74	2	95	171
<i>Quercus sartorii</i>	1	0	0	1
<i>Quercus castanea x crassipes</i>	1	0	0	1
Total				932

8.1 Cinípidos agalladores

Se encontraron un total de seis géneros de cinípidos agalladores en todas las especies de encinos colectados. En *Q. glaucoides* fue en donde se encontró un mayor número de géneros (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de *Cynipidae* agalladores por encino.

Cynipidae agalladores	<i>Q. grahamii</i>	<i>Q. glaucoides</i>	<i>Q. sartorii</i>	<i>Q. castanea x crassipes</i>	<i>Q. liebmanni</i>
1.- <i>Amphibolips hidalgoensis</i>			*		
2.- <i>Amphibolips tarasco</i>				*	
3.- <i>Andricus coombesi</i>	*				
4.- <i>Andricus</i> morfotipo 1		*			
5.- <i>Andricus</i> morfotipo 2		*			
6.- <i>Andricus sphaericus</i>		*			
7.- <i>Femuros minimum</i>		*			
8.- <i>Feron cylindratum</i>		*			
9.- <i>Neuroterus eugerus</i>		*			
10.- <i>Neuroterus fusifex</i>					*
11.- <i>Neuroterus nervus</i>		*			
12.- <i>Neuroterus visibilis</i>					*
13.- <i>Striatoandricus nievesaldreyi</i>		*			

8.2 Descripción de los principales cinípidos agalladores

8.2.1 *Amphibolips hidalgoensis*

Estas agallas se encuentran adheridas a rebrotes de ramas. Las agallas de *Amphibolips hidalgoensis* son de las más grandes de los Cynipini, globosas y fácilmente desprendibles, tienen un diámetro que va de entre 30-65 mm. Presentan una capa exterior delgada y frágil, el tejido interno es esponjoso y suave al tacto con una cámara larvaria central de aproximadamente 5 mm de diámetro. Al madurar las agallas tienden a tornarse color marrón (Fig. 6). Se pueden encontrar durante los meses de enero, febrero, marzo y abril (Tabla 3).

Las agallas de *A. hidalgoensis* fueron colectadas de ramas podadas y agallas desprendidas de *Q. sartorii*, dado que este encino es uno de los árboles más altos del Jardín Botánico con una altura aproximada de 18 metros lo cual dificultó la colecta directa.

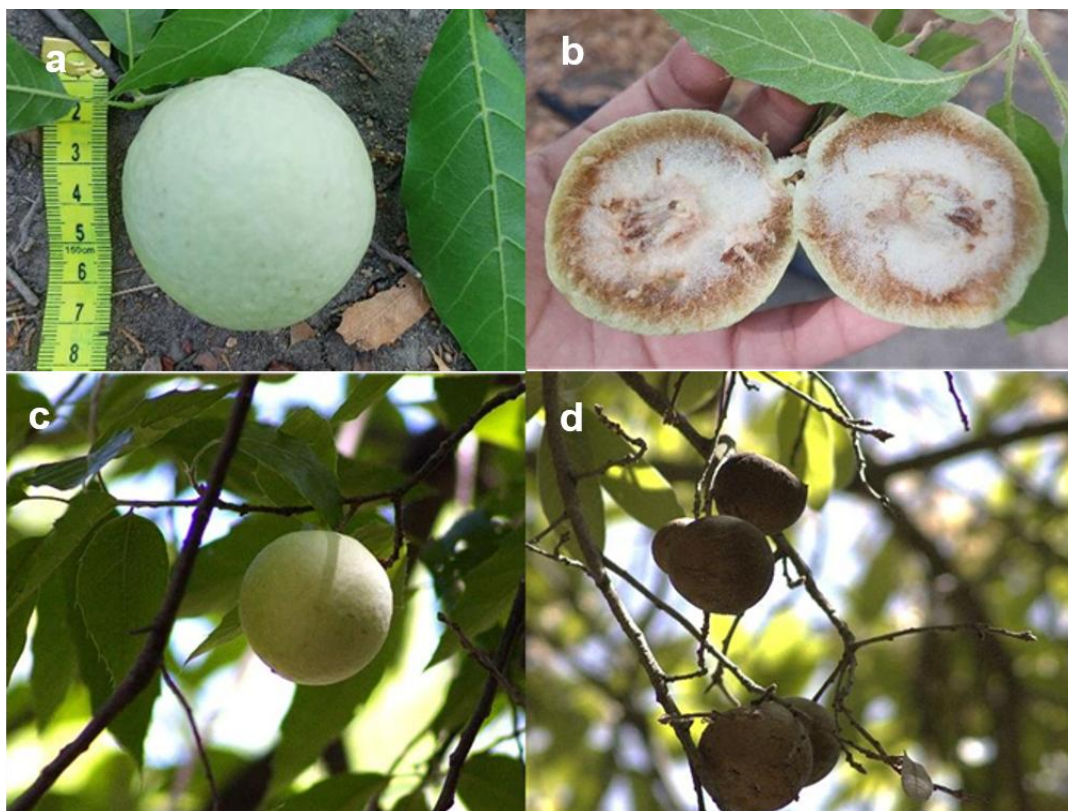


Figura 6. a) Agalla inmadura generada por *Amphibolips hidalgoensis*. b) Tejido esponjo suave que protege la cámara larval central. c) Localización de la agalla en *Q. sartorii*. d) Maduración de las agallas en los encinos.

Tabla 3. Emergencia de *Amphibolips hidalgoensis*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Amphibolips hidalgoensis</i>	<i>Q. sartorii</i>	(13.III.2024) 26.v.2024	♀1

La agalla de este cinípido fue descrita por Pujade-Villar & Melika (2011), colectada en los estados de Hidalgo y Tlaxcala, en tres especies de encino *Q. crassipes*, *Q. crassifolia* y *Q. candicans*.

8.2.2 *Amphibolips tarasco*

Las agallas de *Amphibolips tarasco* se desarrollan sobre las ramas inmaduras de *Quercus sartorii* y *Quercus castanea x crassipes*. Cuando la agalla es inmadura presenta una coloración verde claro y al madurar adquieren un tono marrón claro a oscuro, de forma esférica con superficie lisa sin pubescencia, con un tamaño aproximado de 25-45 mm de diámetro. Presentan solo una cámara larval ubicada el centro de la agalla, la cual es rodeada por tejido parenquimatoso que se endurece conforme madura. Se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo (Tabla 4).

Tabla 4. Emergencia de *Amphibolips tarasco*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Amphibolips tarasco</i>	<i>Q. sartorii</i> y <i>Q. castanea x crassipes</i>	(12.II.2024) 26.III.2024	♀2

Esta agalla fue descrita por Nieves-Aldrey & Pascual (2012), la cual fue colectada en el estado de Michoacán en ramas de *Q. castanea*.

8.2.3 Agalla de *Andricus coombesi*

La agalla se encontró adherida a los frutos de *Q. grahamii*, lo cual genera una degeneración en las bellotas. Presentan un color amarillo claro cuando es inmadura, tornándose rojiza durante el desarrollo y adquiriendo un tono marrón al madurar (Fig. 7a). La superficie es aterciopelada en estado inmaduro, pero conforme crece pierde las vellosidades quedando lisa al alcanzar la madurez (Fig. 7b). El número de las cámaras larvales del interior es muy variable con un rango de entre 2-17. La consistencia de la agalla es esponjosa. Estas agallas se encuentran principalmente durante los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo.

Las agallas inducidas por *Andricus coombesi* se colectaron los días 9 y 23 de enero del 2024, registrándose la emergencia de los adultos el 13 de febrero del mismo año (Tabla 5).

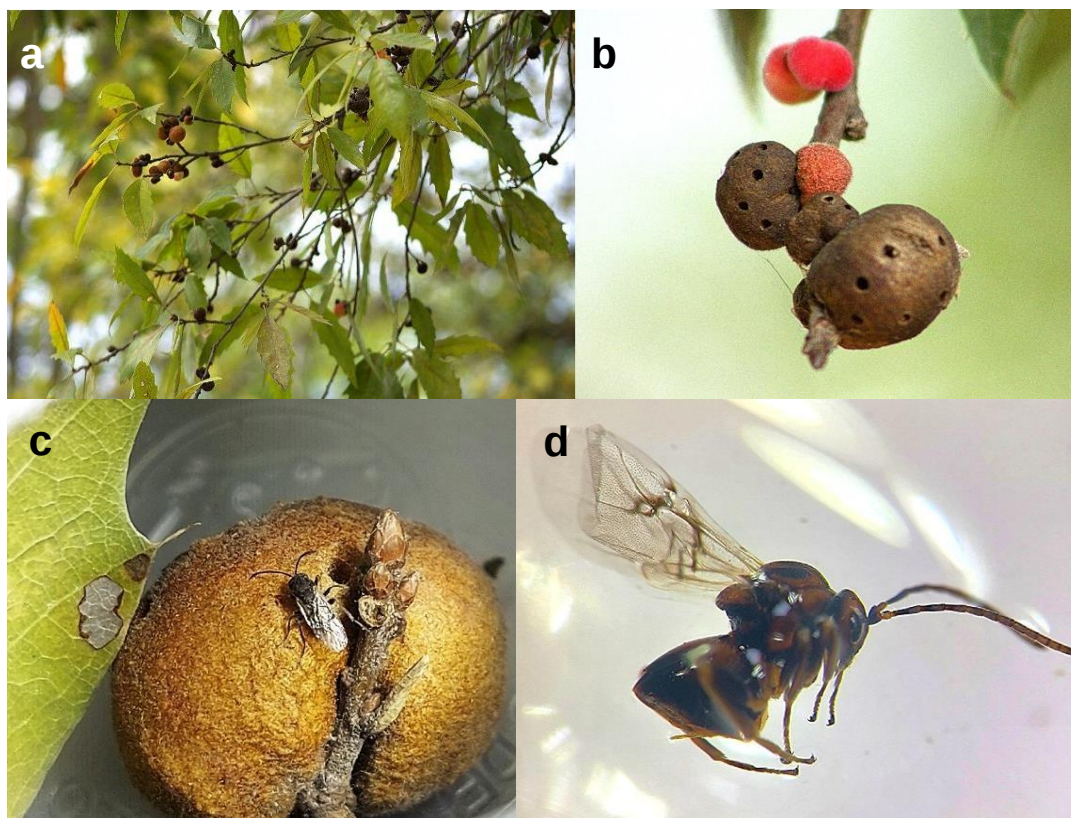


Figura 7. a) Vista panorámica de la rama con agallas de *Andricus coombesi*. b) Agalla en crecimiento. c) Emergencia del adulto en laboratorio. d) Adulto.

Tabla 5. Emergencia de *Andricus coombesi*

Especie	Encino	(colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Andricus coombesi</i>	<i>Q. grahamii</i>	(9.i.2024) 13.ii.2024	♀80

La agalla producida por *Andricus coombesi* fue descrita por Pujade-Villar & Pérez-Torres (2024) y fue colectada dentro del mismo Jardín Botánico de la BUAP.

8.2.4 *Andricus* Morfotipo 1

Durante el muestreo se colectaron dos morfotipos diferentes de agallas presentes en *Q. glaucoides*. El morfotipo 1 desarrolla la agalla en el ápice de los brotes foliares formando una cápsula de 2X3 mm aproximadamente, cubierta de pequeñas brácteas, es lisa al tacto, presenta solo una cámara larval (Fig. 8). Esta agalla se

colecto en junio del 2024 y tuvo emergencia en febrero del 2025. Solo se obtuvo la emergencia de un adulto, lo cual limitó la identificación taxonómica, llegando solo a nivel de género, correspondiendo a *Andricus* (Tabla 6).

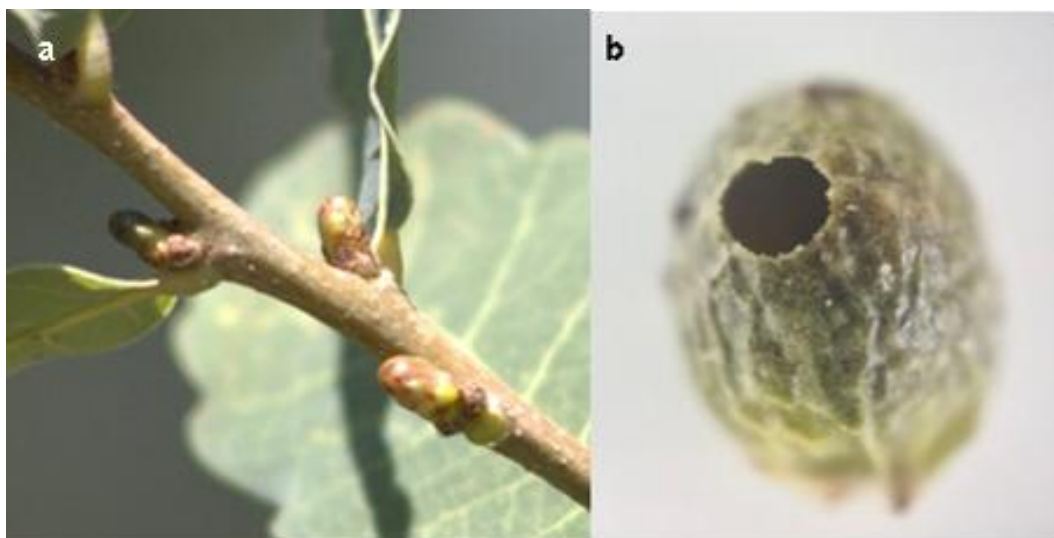


Figura 8. a) Agalla *Andricus* morfotipo 1 presente en *Q. glaucooides*. b) Orificio de emergencia del cinípido.

Tabla 6. Emergencia de *Andricus* morfotipo 1.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Andricus</i> morfotipo 1	<i>Q. glaucooides</i>	(26.VI.2024) 19.II.2025	♀1

8.2.5 *Andricus* morfotipo 2.

Esta agalla se desarrolla dentro de bellotas inmaduras, lo que provoca un crecimiento atrofiado de la misma, volviéndola inviable (Fig. 9). De esta agalla solo se obtuvo la emergencia de un adulto lo cual dificulta la identificación a nivel de especie, sin embargo, se logró identificar a nivel de género, *Andricus* morfotipo 2 (Tabla 7).

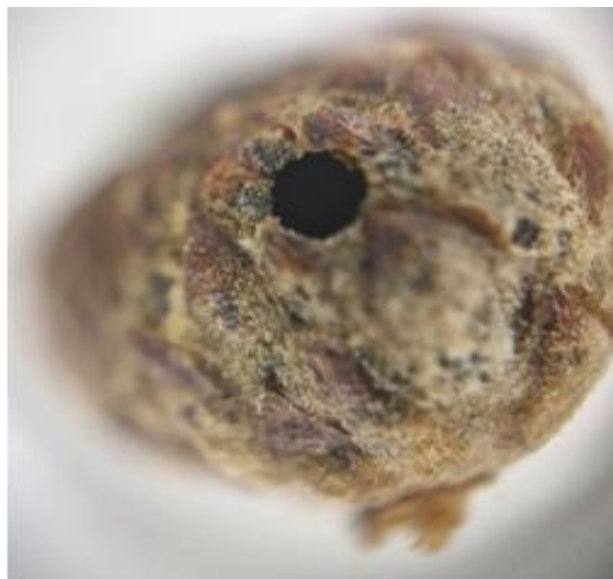


Figura 9. Orificio de emergencia de *Andricus* morfotipo 2 presente en bellotas inmaduras de *Q. glaucoides*.

Tabla 7. Emergencia de *Andricus* morfotipo 2.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Andricus</i> morfotipo 2	<i>Q. glaucoides</i>	(26.VI.2024) 7.ii.2024	♀1

8.2.6 *Andricus sphaericus*

Se caracteriza por ser una agalla globular, dura al tacto, con un diámetro que oscila entre 0.7-1.6 mm, es plurilocular llegando a presentar hasta 15 cámaras larvales. El desarrollo de esta agalla se da sobre las venas principales o secundarias de *Q. glaucoides*, en la mayoría de los casos la hoja tiende a desaparecer. Cuando es inmadura es de color verde claro, conforme va madurando tiende a oscurecerse hasta llegar a ser negra (Fig. 10). Estas agallas se encuentran en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre (Tabla 8) emergiendo los adultos en febrero (Fig. 11).

Descrita por Pujade-Villar (2016) donde se colectaron agallas en *Q. rugosa* Nee y *Q. obtusata*, en el Estado de México.

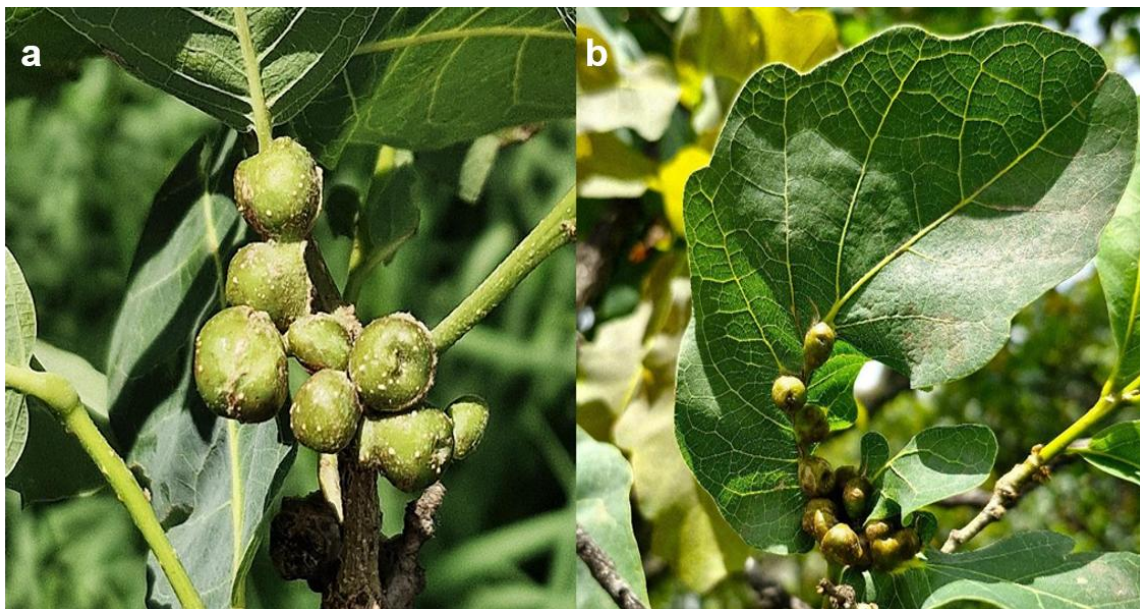


Figura 10. a) Agallas desarrolladas sobre la base apical de las hojas b) Desarrollo de las agallas de *Andricus sphaericus* sobre las venas principales de las hojas.

Tabla 8. Emergencia de *Andricus sphaericus*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Andricus sphaericus</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(9.viii.2024) 13.ii.2025	♀50



Figura 11. Ejemplar de *Andricus sphaericus*.

8.2.7 *Femuros minimum*

Especie descrita recientemente por Bravo-Cuautle, Cuesta-Porta & Pujade-Villar (2025b). Agalla de forma esférica, unilocular y sésil, que se desarrolla sobre el ápice de las ramas de *Q. glaucoides*, ya sea de forma solitaria o en ocasiones en pares. Presenta un diámetro aproximado de 4 mm. El tejido parenquimatoso que rodea la cámara larval es delgado. La superficie de la agalla está cubierta por pequeñas brácteas. En estado inmaduro presenta una coloración café claro, que se torna progresivamente más oscura conforme alcanza la madurez (Fig. 12). Estas agallas se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo (Tabla 9).

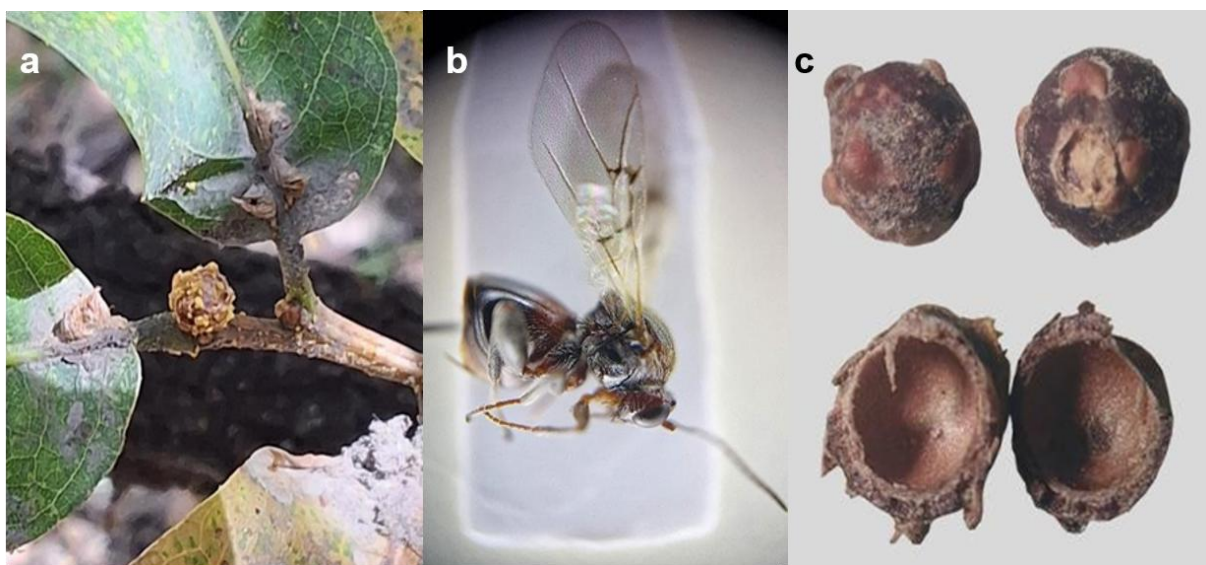


Figura 12. a) Agalla inducida por *Femuros minimum* en el ápice de las ramas de *Q. glaucoides*. b) Emergencia de adulto c) Corte trasversal de la agalla mostrando la cámara larval.

Tabla 9. Emergencia de *Femuros minimum*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Femuros minimum</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(28.X.2024) 15.i.2025	♀7

8.2.8 *Feron cylindratum*

Las agallas pertenecientes a esta especie se encuentran localizadas sobre el envés de las láminas foliares en *Q. glaucoides*, se caracterizan por ser cilíndricas y huecas, con una cavidad abierta hasta un tercio o la mitad de la agalla, separadas por tejido vegetal en donde se encuentra solo una cámara larval. Las agallas inmaduras son de color blanco-rosado, cuando son maduras se tornan más rojizas y duras al tacto, la superficie es lisa sin vellosidades, tiene un diámetro promedio de 3-4 mm (Fig. 13). Se puede encontrar una agalla o varias en la misma hoja, pero siempre separadas una de la otra. Colectadas en los meses de septiembre, octubre y noviembre.



Figura 13. a) Adulto de *Feron cylindratum*. b) Agallas desarrolladas en el envés de una hoja de *Quercus glaucoides*, dispuestas de forma dispersa y aislada. c) Corte transversal de la agalla mostrando la cámara larvaria central.

Las agallas inducidas por *Feron cylindratum* se colectaron el 2 de octubre del 2024, tuvieron emergencia el 11 de diciembre del 2024 (Tabla 10).

Tabla 10. Emergencia de *Feron cylindratum*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Feron cylindratum</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(2.X.2024) 11.xii.2024	♀15

Esta especie fue descrita originalmente por Kinsey (1937) bajo el nombre de *Andricus cylindratum*. Posteriormente, fue reclasificada por Cuesta-Porta, *et al.*, 2023, quienes la asignaron al género *Feron*.

8.2.9 *Neuroterus eugeros*

Las agallas pertenecientes a esta especie son pluriloculares, se encuentran en el envés de las hojas de *Q. glaucoides*, son inseparables del tejido foliar, la agalla es prominente, hinchada con hasta 1.5 cm de espesor, cubierta por pequeñas vellosidades abundantes, los adultos emergen por la cara superior (Fig. 14). Estas agallas se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo (Tabla 11).

Esta especie y la agalla fue descrita por Pujade-Villar (2018) la cual fue colectada en la Ciudad de México sobre hojas de *Q. laeta*.

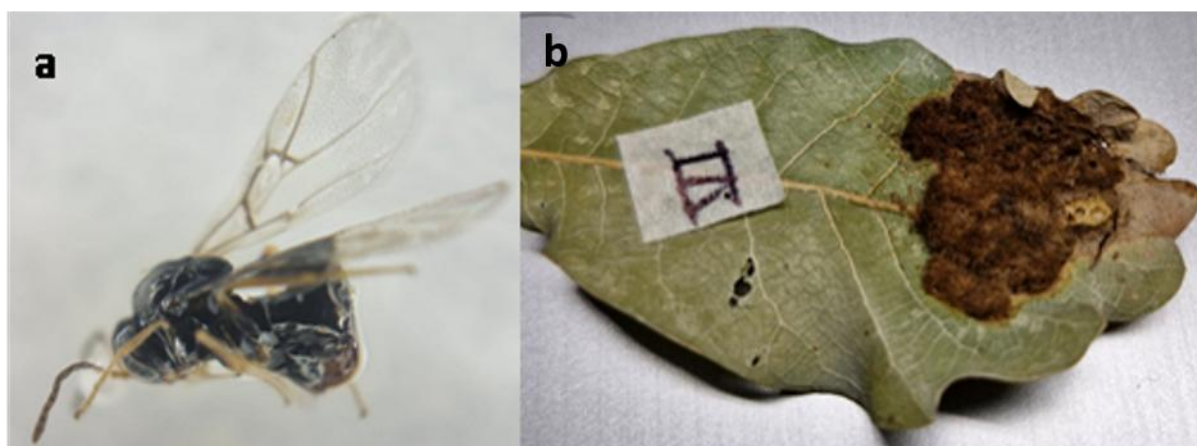


Figura 14. a) Adulto de *Neuroterus eugeros*. b) Agallas desarrolladas sobre las hojas de *Q. glaucoides*.

Tabla 11. Emergencia de *Neuroterus eugeros*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Neuroterus eugeros</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(7.II.2024) 13.III.2024	♀50

8.2.10 *Neuroterus fusifex*

Las agallas de *N. fusifex* se desarrollan en los amentos y brotes nuevos de hojas de *Q. liebmannii*. Cuando la agalla es joven tiene color verde claro y conforme madura adquiere un color ligeramente rojizo. Tiene una superficie aproximada de 7-12 mm de largo y 5-7 mm de ancho (Fig. 15). Presenta una ligera pubescencia en toda su superficie. La agalla es multiocular y todas las cámaras larvarias están juntas entre sí (Fig. 16). Estas agallas se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo (Tabla 12).



Figura 15. a) Crecimiento de agallas de *N. fusifex* sobre brotes inmaduros de hojas de *Q. liebmannii*. b) Desarrollo de la agalla de *N. fusifex* sobre brotes foliares.

La especie fue descrita por Pujade-Villar & Ferrer-Suay (2016b) a partir de ejemplares adultos colectados en San Felipe del Progreso, Estado de México, sobre ejemplares de *Quercus laeta*.



Figura 16. a) Ovoposición de *N. fusifex*, sobre el envés de hoja de *Q. liebmannii*.
 b) Parasitoide localizando el desarrollo de larvas de *N. fusifex* sobre
 amentos de *Q. liebmannii*. c) Disposición de las cámaras larvarias.

Tabla 12. Emergencia de *Neuroterus fusifex*

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Neuroterus fusifex</i>	<i>Q. liebmannii</i>	(15.III.2024) 9.iv.2024	♀30

8.2.11 *Neuroterus nervus*

Especie descrita recientemente por Pujade-Villar & Bravo-Cuautle, (2025a). La agalla se desarrolla directamente sobre la vena principal de las hojas de *Q. glaucoides* y es de tipo multiocular. Provoca una hipertrofia visible de la vena, que se manifiesta de forma más prominente en el envés foliar. Carece de pubescencia en su superficie externa. Su coloración varía de verde en estado inmaduro a café leñoso al alcanzar la

madurez. Las cámaras larvales son de forma ovalada, alineadas longitudinalmente con la vena, y presentan dimensiones aproximadas de 1.0–1.2 mm de largo por 0.5–0.6 mm de diámetro (Figs. 17 y 18). Estas agallas se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo (Tabla 13).

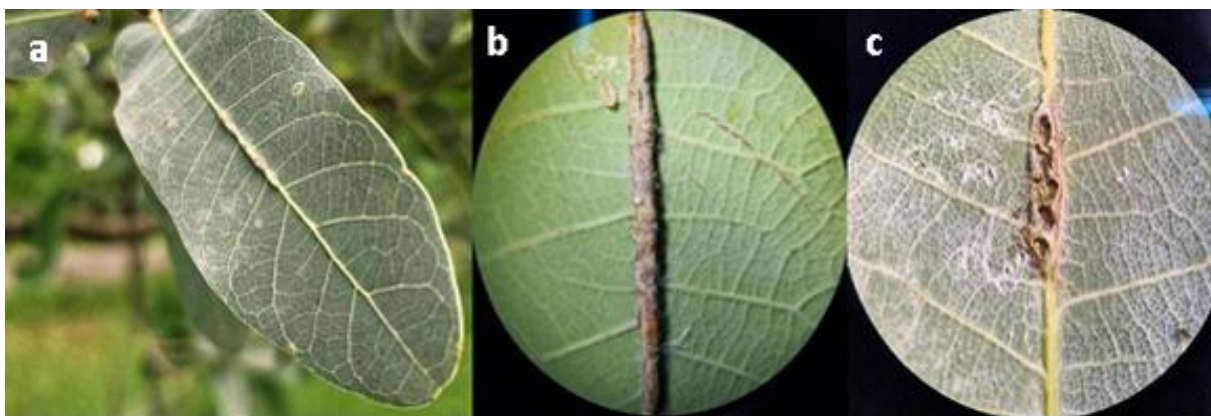


Figura 17. a) Agallas de *Neuroterus nervus* desarrollándose sobre la vena principal de las hojas de *Q. glaucooides*. b) Agalla inmadura con hipertrofia visible. c) Corte transversal de la agalla mostrando las cámaras larvares distribuidas a lo largo de la vena.

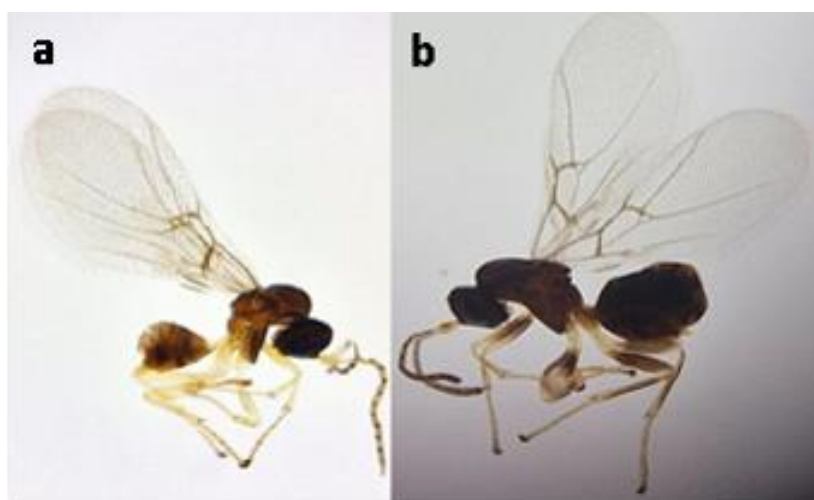


Figura 18. a) Macho y b) Hembra de *Neuroterus nervus*.

Tabla 13. Emergencia de *Neuroterus nervus*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Neuroterus nervus</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(29.VI.2024) 15-31.vii.2024	♂5♀3

8.2.12 *Neuroterus visibilis*

Las agallas de esta especie se caracterizan por ser pequeñas pústulas ovales, uniloculares, las cuales resaltan en el haz de las hojas, presentando un ápice central en punta e inferiormente una pubescencia trícota abundante (Fig. 19). Estas agallas se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo en ejemplares de *Q. liebmannii* (Tabla 14).



Figura 19. a) Agalla de *Neuroterus visibilis* vista desde el envés de la hoja en *Quercus liebmannii* b) Agalla de *Neuroterus visibilis* vista desde el haz. c) Ejemplar adulto de *Neuroterus visibilis*.

La descripción de esta especie fue descrita por Kinsey en 1938, las agallas se colectaron en el estado de Guanajuato en ejemplares de *Q. deserticola*.

Tabla 14. Emergencia de *Neuroterus visibilis*.

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Neuroterus visibilis</i>	<i>Q. liebmannii</i>	(20.X.2024) 18.iii.2025	♀50

8.2.13 *Striatoandricus nievesaldreyi*

Agalla localizada en la parte superior de las hojas en *Q. glaucoides*, posicionada en la vena central de la hoja, presenta una estructura globosa con pubescencia larga y densa. Pueden ser de color amarillo, marrón, naranja. Las cámaras larvarias se encuentran protegidas por la pubescencia, pueden presentarse fusionadas o separadas, en donde el número puede variar entre 3 y 30 (Fig. 20). La colecta de estos organismos se realizó durante los meses de enero, febrero, marzo (Tabla 15).

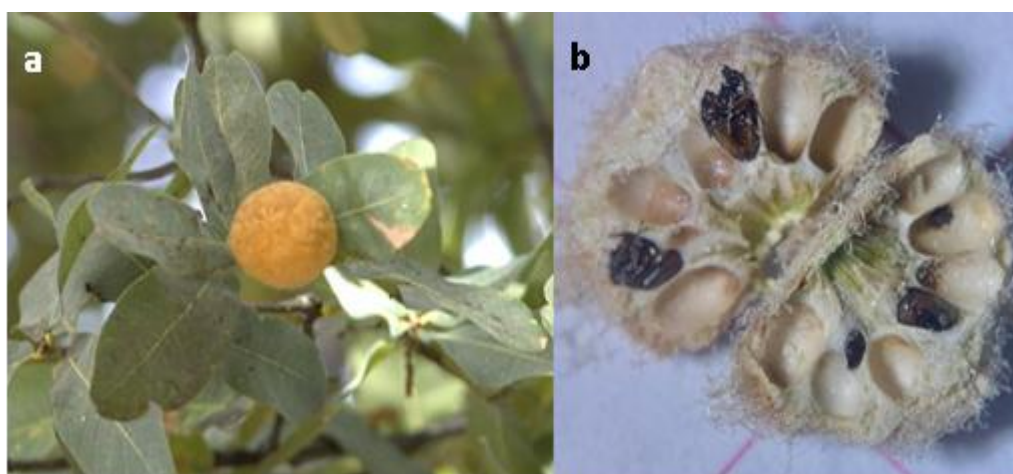


Figura 20. a) Localización de las agallas generada por *Striatoandricus nievesaldreyi* en *Q. glaucoides*. b) Disposición de las cámaras larvarias dentro de la agalla.

Tabla 15. Emergencia de *Striatoandricus nievesaldreyi*

Especie	Encino	(Colecta) emergencia	No. ejemplares
<i>Striatoandricus nievesaldreyi</i>	<i>Q. glaucoides</i>	(9.I.2024) 26.II.2024	♀87

Striatoandricus nievesaldreyi fue originalmente descrita por Kinsey en 1920 bajo el nombre de *Andricus mexicanus*, a partir de agallas recolectadas en la Sierra de Nayarit, en el estado de Jalisco. Posteriormente, la especie fue renombrada por

Pujade-Villar *et al.*, (2011). Más tarde, Cuesta-Porta (2020) transfirió esta especie al género *Striatoandricus*.

8.3 Incidencia de las agallas presentes

Los arboles muestreados presentaron un porcentaje de infestación de agallas variable entre las especies, pues se registró para *Quercus grahamii* y *Q. glaucoides* una incidencia del 85%, y 78% respectivamente, seguido de *Quercus liebmanni* con un 63%, *Quercus sartorii* con 31% y *Quercus castanea x crassipes* con 26%

8.4 Parasitoides

Se identificaron seis familias de avispas parasitoides: Eulophidae, Torymidae, Eurytomidae, Eupelmidae, Braconidae y Pteromalidae. Solo en *Q. glaucoides* se registraron las seis familias presentes en las agallas, seguido de *Q. grahamii* con cuatro familias de parasitoides identificadas, Eulophidae, Torymidae, Eurytomidae y Pteromalidae en tercer lugar *Q. liebmanni* donde se identificaron las familias Eulophidae y Eurytomidae, por último, en *Q. sartorii* solo se registró la familia Eulophidae (Tabla 16).

Tabla 16. Familias de avispas parasitoides identificados por cada especie de encino.

Familias de parasitoides	<i>Q. grahamii</i>	<i>Q. glaucoides</i>	<i>Q. sartorii</i>	<i>Q. liebmanni</i>
1.- <i>Eulophidae</i>	*	*	*	*
2.- <i>Torymidae</i>	*	*		
3.- <i>Eurytomidae</i>	*	*		*
4.- <i>Eupelmidae</i>		*		
5.- <i>Braconidae</i>		*		
6.- <i>Pteromalidae</i>	*	*		

8.4.1 *Quercus glaucoides*

En este encino se lograron identificar seis especies de parasitoides, de tres familias diferentes (Tabla 17). La figura 21 muestra imágenes representativas de algunas de las especies identificadas.

Tabla 17. Especies de avispas parasitoides identificados en *Q. glaucoides*.

Familia	Género	Especie
Eupelmidae	<i>Brassema</i>	<i>Brassema mexicana</i>
		<i>Sycophila mexicana</i>
Eurytomidae	<i>Sycophila</i>	<i>Sycophila wiltzae</i>
		<i>Sycophila florida</i>
Torymidae	<i>Torymus</i>	<i>Torimus tubicola</i>
		<i>T. nr. fullawayi</i>

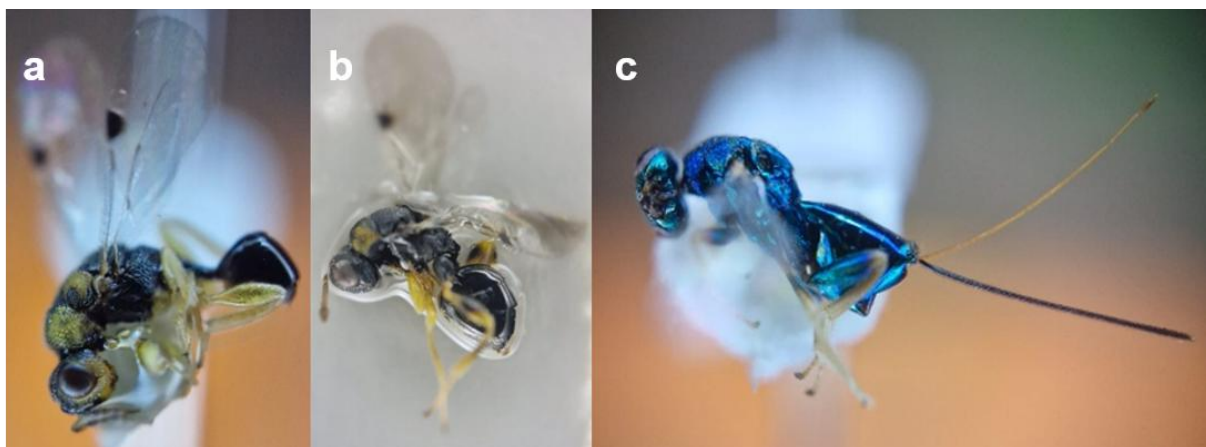


Figura 21. a) Adulto de *Sycophila florida*, b) adulto de *Sycophila wiltzae* y c) adulto de *T. nr. Fullawayi*.

Brassema mexicana y *Sycophila mexicana* emergieron de agallas pertenecientes al género *Neuroterus* y a la especie *Striatoandricus nievesaldreyi*.

8.4.2 *Quercus grahamii*

Para este encino se identificaron cuatro familias de avispas parasitoides diferentes, de las cuales tres se pudo llegar a nivel de especie o grupo. (Tabla 18). La Figura 22 muestra algunas de las especies identificadas.

Tabla 18. Avispas parasitoides identificados para *Q. grahamii*.

Familia	Género	Grupo/ Especie
Eulophidae	-----	-----
Torymidae	<i>Torymus</i>	<i>T. fullawayi</i> <i>T. nr.fullawayi</i> 1 <i>T. nr.fullawayi</i> 3 <i>T. advenus</i> <i>T. bedeguaris</i>
	<i>Eurytoma</i>	<i>Grupo quadrata</i> <i>Grupo mucronura</i>
Eurytomidae	<i>Sycophila</i>	<i>Sycophila gracilis</i> <i>Sycophila wiltzae</i>
Pteromalidae	-----	-----

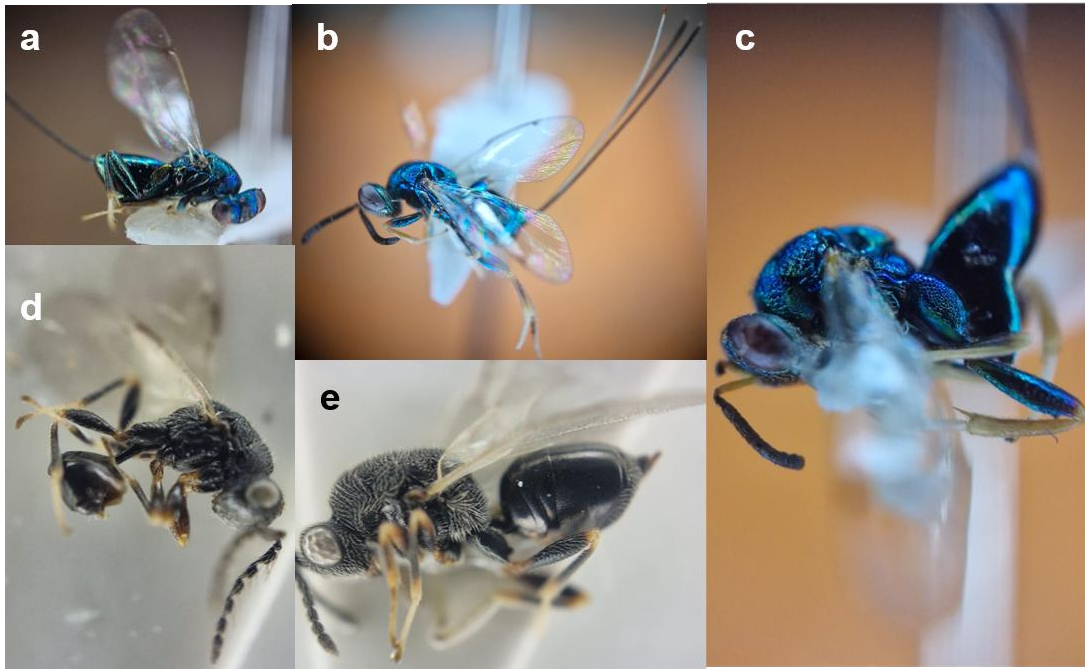


Figura 22. a) Adulto de *T. nr. -fullawayi* 3 b) adulto de *T. nr. fullawayi* 1 c) adulto de *T. fullawayi* d) adulto del grupo *Quadrata* y e) ejemplar del Grupo *Mucronura*.

Todas las especies emergieron de agallas pertenecientes al cinípido *Andricus coombesi*

8.4.3 *Quercus liebmanni*

En esta especie de encino se identificaron avispas parasitoides pertenecientes a las familias: Eulophidae y Eurytomidae (Fig. 23). Únicamente se identificó un género, *Eurytoma*.

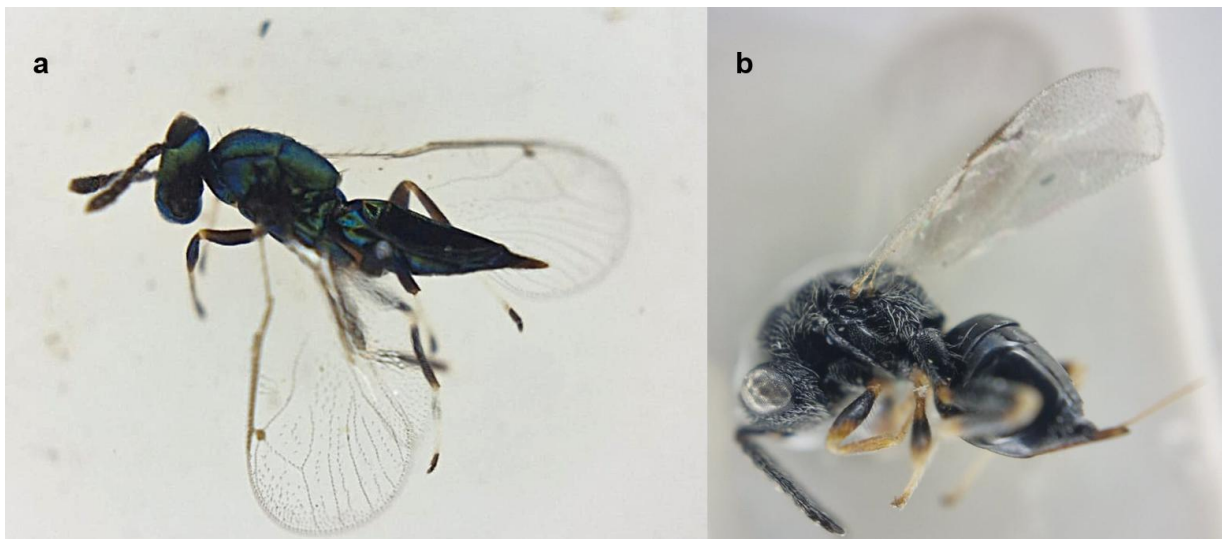


Figura 23. a) Adulto de la familia Eulophidae. b) Adulto del género *Eurytoma*.

Los organismos pertenecientes a estas familias emergieron de las agallas de los cinípidos *Neuroterus fusifex* y *Neuroterus visibilis*

8.4.4 *Quercus sartorii*

Para *Q. sartorii* solo se identificó una familia de avispas parasitoides, Eulophidae. Estas avispas emergieron de agallas del cinípido *Amphibolips hidalgoensis*.

8.5 Cinípidos inquilinos

Se identificaron dos géneros de cinípidos inquilinos, *Synergus* y *Ceroptres*, ambos asociados a *Quercus glaucoides*. De estos, únicamente *Ceroptres junquerasi* fue identificado a nivel de especie. En la figura 24 se muestran los ejemplares.



Figura 24. Adulto cinípido inquilino del género *Synergus* y *Ceroptres junquerasi*.

8.6 Morfotipos de agallas por especie de encino de las cuales el cinípido no fue identificado

8.6.1 Agallas asociadas a *Quercus glaucoides*

Se encontraron un total de siete morfotipos de agallas en donde tres mostraron emergencia de parasitoides y las otras cuatro no mostraron ninguna emergencia (Fig. 25).

8.6.2 Agallas asociadas a *Quercus liebmannii*

Para este encino se colectaron dos morfotipos de agallas, solo una mostró emergencia de un parasitoide mientras que la otra no tuvo emergencia y no se volvió a observar en el árbol durante el tiempo de colecta (Fig. 26).

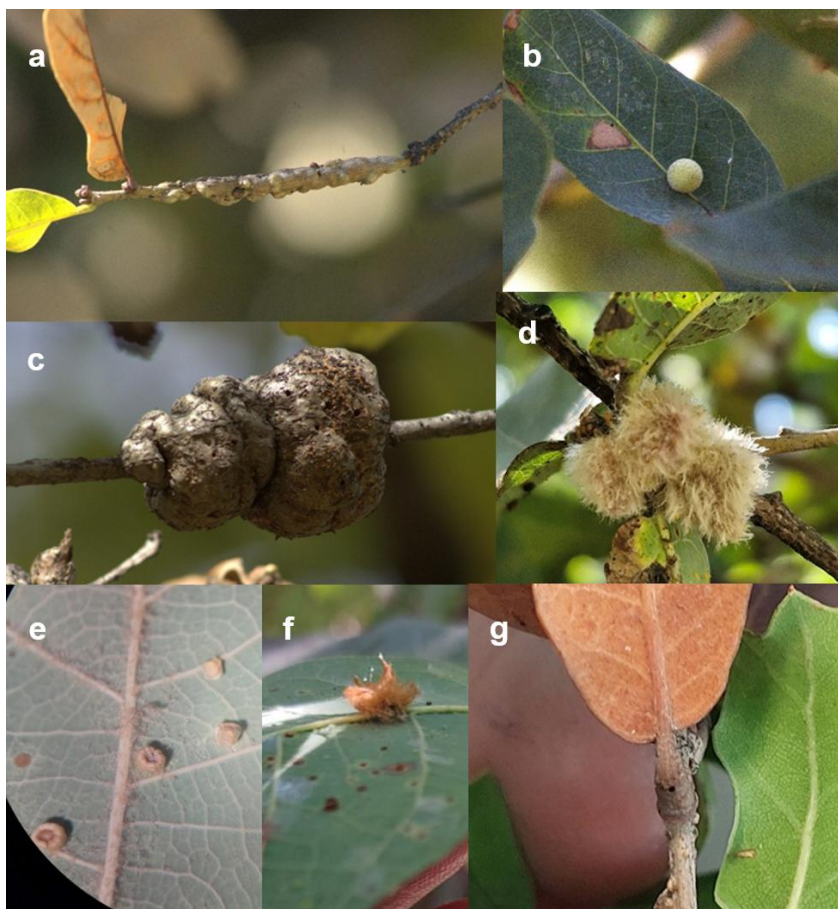


Figura 25. Agallas colectadas en *Q. glaucooides* donde a, b, c y g no hubo emergencia, mientras que e, f y d tuvieron emergencia de parasitoides.



Figura 26. Agallas colectadas en *Q. liebmannii* a) emergencia de parasitoides y b) solo se observó una agalla durante el tiempo de colecta.

IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten ampliar el conocimiento sobre la diversidad de avispas inductoras de agallas asociadas a especies de *Quercus* presentes en el jardín botánico de la BUAP. La elevada diversidad de cinípidos registrados y su estrecha asociación con los encinos se refleja en la descripción de dos nuevas especies para la ciencia derivadas de esta investigación, así como en el reconocimiento de un caso de convergencia evolutiva. Estos hallazgos refuerzan la importancia de los encinos como hospederos clave en los procesos de diversificación de los cinípidos y evidencian patrones evolutivos complejos dentro del grupo. Asimismo, considerando que el muestreo fue en un área determinada como el jardín botánico, los resultados obtenidos son relevantes y resaltan el valor de estos espacios como reservorios de biodiversidad y para la generación de nuevo conocimiento (Rodríguez-Acosta *et al.*, 2012; Cepeda-Cornejo y Cuautle-García, 2021).

La elevada especificidad que caracteriza a los cinípidos respecto a sus plantas hospederas explica que, en la mayoría de los casos, una sola especie gallícola se encuentre asociada exclusivamente a una especie botánica (Pujade-Villar, 2013). Bajo este contexto *Quercus grahamii* destacó por presentar la mayor incidencia de agallas entre las especies analizadas, aunque únicamente se identificó una especie de cinípido asociada lo que sugiere una relación altamente especializada. En contraste, *Quercus glaucoides* presentó el mayor número de especies de cinípidos identificadas, así como el mayor número de agallas no identificadas, lo que evidencia una mayor complejidad en las interacciones hospedero-agallador y resalta la necesidad de estudios adicionales enfocados en este hospedero.

La identificación de parasitoides asociados a *Andricus coombesi*, la especie de avispa agalladora más abundante registrada en este estudio, aporta información relevante sobre las interacciones tróficas que regulan las poblaciones cinípidos. La presencia de parasitoides sugiere la existencia de mecanismos naturales de control

biológico que podrían influir en la abundancia y distribución de dicha especie. Estos resultados refuerzan la importancia de considerar no solo el organismo agallador, sino también a la comunidad de parasitoides que interactúa con él, ya que dicha comunidad puede desempeñar un papel clave en la dinámica poblacional del agallador. Se ha documentado que otras especies del mismo género, como *Andricus quercuslaurina*, pueden comportarse como organismos dañinos para las poblaciones de encinos en los que se desarrollan, ya que, durante brotes severos llegan a provocar la muerte de los árboles hospedantes (Melika *et al.*, 2009). En la comunidad de Acaxochitlán en el estado de Hidalgo, donde se registraron muertes de encinos asociadas a este cinípido, se aplicaron diversos insecticidas con fines de control poblacional, sin embargo, dichos tratamientos no mostraron diferencias significativas en su efectividad. (Barrera-Ruíz *et al.*, 2016). Ante este escenario, es posible considerar que la regulación natural de las poblaciones pudo ser mediada por la acción de enemigos naturales, particularmente parasitoides, dado que en años posteriores no se registraron nuevos brotes en dicha comunidad. Por lo anterior, resulta necesario profundizar en el estudio de las interacciones entre cinípidos y sus parasitoides, a fin de comprender su papel en la regulación poblaciones y su potencial aplicación en estrategias de manejo ecológico.

X. CONCLUSIONES

1. Se identificaron once especies de cinípidos, encontrando dos especies como nuevos registros para la ciencia. El género *Andricus* fue el más diverso con cuatro especies registradas y dos morfotipos. Seguido de *Neuroterus* con cuatro especies identificadas y *Amphibolips* con dos. Los géneros *Femuros*, *Feron* y *Striatoandricus* estuvieron representados por una sola especie cada uno.
2. *Quercus glaucoides* fue la especie de encino que presentó la mayor riqueza de cinípidos, con un total de seis especies, registrando dos especies nuevas para la ciencia: *Neuroterus nervus* y *Femuros minimum*.
3. En *Quercus liebmannii* se describió un caso de convergencia evolutiva con una especie mediterránea (*Plagiotrochus quercusilicis*) y una especie mexicana (*Neuroterus fusifex*).
4. Se identificaron cuatro familias de avispas parasitoides asociadas al encino *Quercus grahamii* y al cinípido *Andricus coombesi*; Eulophidae, Torymidae, Eurytomidae y Pteromelidae. Para la familia Torymidae, se identificó el género *Torymus*, con cinco especies determinadas: *Torymus fullawayi*, *T. nr. fullawayi 1*, *T. nr. fullawayi 3*, *T. advenus* y *T. bedeguaris*. En la familia Eurytomidae, se reconocieron los géneros *Eurytoma* y *Sycophila*. En *Eurytoma* se clasificaron los ejemplares en dos grupos: grupo *quadrata* y grupo *mucronura*. Por su parte, el género *Sycophila* estuvo representado por dos especies: *Sycophila gracilis* y *S. wiltzae*. Mientras que para *Eulophidae* y *Pteromelidae*, solo se identificó hasta familia.
5. En *Quercus glaucoides* se identificaron tres familias de avispas parasitoides: Eupelmidae, Eurytomidae, Torymidae. Dentro de Eupelmidae se identificó al género *Brasema* con la especie *Brasema mexicana*. Para Eurytomidae, se identificó el género *Sycophila* con tres especies: *Sycophila mexicana*, *S. wiltzae* y

S. florida. De la familia Torymidae se reconoció un género: *Torymus*, con las especies *Torymus tubicola* y *T. nr. fullawayi*, respectivamente.

6. Para *Quercus liebmanni* se identificaron dos familias de avispas parasitoides: Eulophidae y Eurytomidae.
7. En *Quercus sartorii* se identificó únicamente una familia de avispas parasitoides: Eulophidae.
8. En cuanto a los cinípidos inquilinos, se identificaron dos géneros: *Synergus* y *Ceroptres*, ambos inquilinos emergieron de agallas colectadas en *Quercus glaucoides*.
9. *Quercus glaucoides* presento la mayor diversidad de morfotipos de agallas, con siete morfotipos, seguido de *Quercus liebmanni* con dos.

XI. CONTRIBUCIONES

Este estudio representa el primer registro en el que se logra identificar avispas parasitoides a nivel de especie asociadas al encino *Quercus glaucoides* el cual presentó una incidencia de agallas del 85%. La identificación de estos parasitoides aporta información novedosa sobre la diversidad entomológica relacionada con este hospedero, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones.

Se identificaron once especies de cinípidos y dos organismos determinados únicamente a nivel de género en las cinco especies de encinos muestreados en el Jardín Botánico BUAP, lo que representa un aporte relevante al conocimiento de la diversidad de avispas agalladoras. Dos de estas especies resultaron ser nuevas para la ciencia (*Neuroterus nervus* y *Femuros minimum*), cuya descripción formal fue realizada en publicaciones derivadas de esta tesis (Bravo-Cuautle *et al.*, 2025b; Bravo-Cuautle *et al.*, 2026). También se identificó un caso de convergencia evolutiva entre *Neuroterus fusifex*, con distribución en México y *Plagiotrochus fusifex*, una especie europea con agallas morfológicamente similares, pese a pertenecer a géneros distintos, datos que fueron publicados por Bravo-Cuautle *et al.* (2025a).

Se registraron nueve especies de avispas parasitoides asociadas a *Quercus grahamii*, ampliando el conocimiento sobre la diversidad de enemigos naturales vinculados a este encino y a *Andricus coombesi*, una de las especies de cinípidos más abundantes en el área de estudio.

Otra de las contribuciones relevantes de este trabajo fue la documentación completa del ciclo de vida de una especie del género *Striatoandricus*, logro poco común debido a la complejidad del seguimiento temporal y biológico que este grupo requiere. Gracias a un monitoreo constante, fue posible observar el proceso desde la oviposición y el desarrollo de la agalla, iniciado en junio de 2024 hasta la emergencia del adulto en abril de 2025. Este seguimiento no solo permitió confirmar la identidad del género mediante la asociación entre la morfología de la agalla y del adulto, sino

que también proporciona información valiosa sobre su fenología y estrategia reproductiva, la descripción de este ciclo de vida aún se encuentra en proceso. Desgraciadamente desconocemos las agallas de la forma sexuada, aunque conocemos los machos y hembras que dieron lugar a la forma asexuada por lo que los datos no han sido publicados en espera de conocer la agalla sexual.

XII. LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. (1999). El Agroecosistema: Determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. Cap. 3. En *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad. pp. 47- 70.
- Barrera-Ruiz, U. M., Cibrián-Tovar, D., Llanderal-Cázares, M., Cibrián-Llanderal, V. D., y Lagunes-Tejeda, Á. (2016). Combate químico del agallador *Andricus quercuslaurinus* Melika & Pujade-Villar (Cynipidae) en *Quercus affinis* Scheidw. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(2), 115-123.
- Beer, J., Harvey, C. A., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E., y Jiménez, F. (2003). Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. En *Proceedings XII World Forestry Congress. Ministry of Natural Resources. Québec*.
- Bravo-Cuautle, S., Cuesta-Porta, V., Romero-Rangel, S., Rangel-Villafranco, M., Estrada-Venegas, E. G., Equihua-Martínez, A. y Pujade-Villar, J. (2025a). Un caso de convergencia evolutiva en agallas de cinípidos del viejo y nuevo mundo (Hymenoptera Cynipidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 185-192.
- Bravo-Cuautle, S., Pérez-Torres, B. C., Aragón-García, A., Cuesta-Porta, V. and Pujade-Villar, J. (2025b). Description of *Neuroterus nervus* Pujade-Villar & Bravo-Cuautle sp. nov. (Hymenoptera, Cynipidae) associated with *Quercus glaucoides* in Puebla State (Mexico). *Zootaxa*, 5689(3), 592-600. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5689.3.8>
- Bravo-Cuautle, S., Pérez-Torres, B. C., Aragón-García, A., Cuesta-Porta, V., Cazorla-Vila, J., and Pujade-Villar, J. (2026). Description of *Femuros mínimum* n. sp. (Hymenoptera: Cynipidae) collected on *Quercus glaucoides* Mart. & Gal. (Fagaceae) in Puebla, Mexico. *DUGESIANA*, 33(1), 79-85.

- Calderón-Cisneros, A., Soto-Pinto, L., y Huerta-Silva, M. H. (2015). Paisajes agroforestales en el espacio periurbano de una ciudad media, ¿Oportunidad para la conservación o el deterioro del bosque?. *Revista pueblos y fronteras digital*, 10(20), 115-146.
- Cepeda-Cornejo V. y Cuautle-García L. M. (2021). Los jardines botánicos reservorios de diversidad biológica. *CIBIOS-BUAP*, (1), 26-31.
- Cuesta-Porta, V., Arnedo, M. A., Cibrián-Tovar, D., Barrera-Ruiz, U. M., García-Martiñón, R. D., Equihua-Martínez, A. y Pujade-Villar, J. (2020). A new genus of oak gall wasp, *Striatoandricus* Pujade-Villar (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) from America with descriptions of two new Mexican species. *Zoological Studies*, 59, e8.
- Cuesta-Porta, V., Arnedo, M. A., Cibrián-Tovar, D., Barrera-Ruiz, U. M., García-Martiñón, R. D., Equihua-Martínez, A. and Pujade-Villar, J. (2020). A new genus of oak gall wasp, *Striatoandricus* Pujade-Villar (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) from America with descriptions of two new Mexican species. *Zoological Studies*, 59, e8 <https://doi.org/10.6620/ZS.2020.59-08>
- Cuesta-Porta, V., Melika, G., Nicholls, J. A., Stone, G. N., and Pujade-Villar, J. (2023). Re-establishment of the Nearctic oak cynipid gall wasp genus *Feron* Kinsey, 1937 (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini), including the description of six new species. *Zootaxa*, 5366(1), 1-174.
- Díaz-Pontones, D., y Reyes-Jaramillo, I. (2009). Producción y almacenamiento de bellotas de *Quercus hintonii* Warburg (Fagaceae) de la Depresión del Balsas, México. *Polibotánica*, (27), 131-143.
- Flores C., J. A. 2007. Análisis de gradiente y dinámica sucesional de bosque de encino (*Quercus*) en las sierras madre oriental y occidental de México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP., México. 95 p.
- Garnas, J. R, Ayres, M. P. y Lombardero M. J. (2023). Chapter 5, Forest Insect Population Dynamics. En: D. Allison, J., Paine, TD, Slippers, B., Wingfield, MJ (eds.), *Forest Entomology and Pathology* (pp. 115-140). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11553-0_7

- Gibson, G. A. P., Gates, M. W. and Buntin, G. D. (2006) Parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of the Cabbage Seedpod Weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Georgia, USA. *Journal of Hymenoptera Research*, 15(2), 187-207.
- Grandez-Rios, J. M., García-Villacorta, R., Cuevas-Reyes, P., y De Araújo, W. S. (2015). Insectos inductores de agallas en América Latina: ecología, importancia y nuevas perspectivas. *Revista de Biología Neotropical/Journal of Neotropical Biology*, 12(2), 92-103.
- Gutiérrez-Pacheco, V., Silva Gómez, S. E., y Varela Olguín, L. L. (2021). Flora del bosque de encino (*Quercus*: Fagaceae) de dos barrancas de la ciudad de Puebla, México. *Madera y bosques*, 27(1).
- Hearn, J., Gobbo, E., Nieves-Aldrey, J. L., Branca, A., Nicholls, J. A., Koutsovoulos, G. and Ronquist, F. (2024). Phylogenomic analysis of protein-coding genes resolves complex gall wasp relationships. *Systematic Entomology*, 49(1), 110-137.
- José, A. D. L. L., Espinosa, L. M. y Aguilar, B. R. (2003). Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 72, 107-117.
- Kinsey, A. C. (1920). New species and synonymy of American Cynipidae. *Bull Am Mus Nat Hist*, 42, 293-317.
- Kinsey, A. C. (1936). The origin of higher categories in Cynips. *Indi Univer Publ Scie Ser 4. Entomological Series* 10, 1-334.
- Kinsey, A. C. (1938) New Mexican gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae) IV. *Proc Indian Acad Sci Anim Sci*, 47, 261-280.
- Liljeblad, J., Nieves-Aldrey, J. L., Neser, S., y Melika, G. (2011). Adding another piece to the cynipoid puzzle: the description of a new tribe, genus and species of gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae) endemic to The Republic of South Africa. *Zootaxa*, 2806(1), 35-52.
- Lobato-Vila, I., Bae, J., Roca-Cusachs, M., Kang, M., Jung, S., Melika, G. and Pujade-Villar, J. (2022). Global phylogeny of the inquiline gall wasp tribe Synergini (Hymenoptera: Cynipoidea: Cynipidae): first insights and establishment of a new cynipid tribe. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 195(4), 1338-1354. <https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlab092>

- Maldonado-López, Y., Espinoza-Olvera, N. A., Pérez-López, G., Quesada-Béjar, V., Oyama, K., González-Rodríguez, A. y Cuevas-Reyes, P. (2013). Interacciones antagónicas especialistas en encino: El caso de los insectos inductores de agallas. En Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1: 32-41.
- Medianero, S., E. (2011). Taxonomía y Biología de los Cinípidos inductores de agallas e inquilinos (Hymenoptera, Cynipidae) asociados a especies de *Quercus* (Fagaceae) en Panamá. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Melika, G., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G., Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llenderal, V.D. and Pujade-Villar, J. (2011) New *Amphibolips* gallwasp species from Mexico (Hymenoptera: Cynipidae). *Zootaxa*, 3105 (1), 47–59. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3105.1.2>
- Melika, G., Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llenderal, V. D., Tormos, J., and Pujade-Villar, J. (2009). HYMENOPTERA: New species of oak gallwasp from Mexico (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) a serious pest of *Quercus laurina* (Fagaceae). *Dugesiana*, 16(2).
- Mendieta-López, M. y Rocha-Molina, L. R. (2007). Capítulo I. Definición, perspectivas y potencialidad de los Sistemas Agroforestales. En: Mendieta-López, M. y Rocha-Molina, L. R. (eds.), *Sistemas Agroforestales* Universidad Nacional Agraria. pp. 4-31.
- Nieves-Aldrey, J.L., Pascual, E., Maldonado-Lopez, Y., Medianero, E. and Oyama, K. (2012) Revision of the *Amphibolips* species of Mexico excluding the "niger complex" Kinsey (Hymenoptera: Cynipidae), with description of seven new species. *Zootaxa*, 3545 (1), 1-40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3545.1.1>
- Navarrete-Flores. M. F. (2012). Sistema agroforestal (Xochitla) para zonas urbanas: Diseño de un jardín botánico de plantas medicinales para fitoterapia en la delegación Izatapala, Distrito Federal, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. pp 11-27.

- Nieves-Aldrey, J. L. (1998). Insectos que inducen la formación de agallas en las plantas: una fascinante interacción ecológica y evolutiva. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 23, 3-12.
- Nieves-Aldrey, J. L. (2001). Hymenoptera, Cynipidae. In: Fauna Ibérica, vol. XVI. Ramos, M.A. et al (eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 636 p.
- Olivares N. y Sepúlveda P. (2005). Manejo integrado de plagas y enfermedades. En Boletín INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 434: 83-119.
- Pascual-Alvarado, E., Nieves-Aldrey, J. L., Castillejos-Lemus, D. E., Cuevas-Reyes, P., & Oyama, K. (2017). Diversity of galls induced by wasps (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini) associated with oaks (Fagaceae: Quercus) in Mexico. *Botanical Sciences*, 95(3), 461-472.
- Pimienta-Ramírez, L., Reyes-Abrego, G. A., y Ortega-Rodriguez, J. M. (2024). Modelos de distribución potencial de encinos (Quercus): un estudio en la cuenca de Cuitzeo. *Acta universitaria*, 34, 2-4.
- Pujade-Villar, J. (2013) Las agallas de los encinos: un ecosistema en miniatura que hace posibles estudios multidisciplinarios. *Folia Entomol Mex* 12:1–20.
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., y Chagoyán-García, C. (2009). Estado del conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: perspectivas de estudio. *Neotropical Entomology*, 38(6), 809-821. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000600015>
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Serrano-Muñoz, M., y Lomeli-Flores, J. R. (2011). Una nueva especie mexicana del género *Andricus* con caracteres muy peculiares: *A. georgei* Pujade-Villar n. sp.(Hymenoptera, Cynipidae). *Boletín de la SEA*, (49), 27-32.
- Pujade-Villar, J., Serrano-Muñoz, M., García-Martíñón, R. D., Villegas-Guzmán, G. A., Equihua Martínez, A., Estrada Venegas, E. G. y Ferrer-Suay, M. (2016 a). Una especie nueva de avispa gallícola para México: *Andricus sphaericus* Pujade-Villar n. sp. (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Dugesiana*, 23(1), 15-20.
- Pujade-Villar, J., García-Martíñón, R. D., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G. and Ferrer-Suay, M. (2016 b). *Neuroterus fusifex* Pujade-Villar and Ferrer-

- Suay n. sp. (Hymenoptera: Cynipidae): first record of galls on Catkins in Mexico. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 2(3), 75-83.
- Pujade-Villar, J., Cibrián-Tovar, D., Barrera-Ruíz, U. M. y Cuesta-Porta, V. (2018). Las especies de *Neuroterus* (Hartig, 1840) de México, con la descripción de una especie nueva (Hym., Cynipidae). *Entomología mexicana*, 5, 453-461
- Pujade-Villar, J., Pérez-Torres, B. C., Coombes, A. J., Aragón-García, A., Rodríguez-Acosta, M., López-Olguin, J. F. and Melika, G. (2024). Description of the first species of gall wasp (Hym., Cynipidae: Cynipini) on *Quercus grahamii* (Fagaceae). *Zootaxa*, 5403(3), 369-376.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5403.3.4>
- Rodriguez-Acosta, M., Marin-Torres, L. J., Coombes, A. y Vega-Flores, K. (2012). Contribución del Jardín Botánico de la BUAP a la Estrategia Global para la Conservación Vegetal. En Caballero, J. (coord), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 105-110.
- Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J. L., Buffington, M. L., Liu, Z., Liljeblad, J. and Nylander, J. A. (2015). Phylogeny, evolution and classification of gall wasps: the plot thickens. *PloS one*, 10(5), e0123301.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123301>
- Sabás R., J. L., J. Sosa R. y J. J. Luna R. (2015). Diversidad, distribución y caracterización básica del hábitat de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) del estado de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences* 93(4):881-897.
- Sosa-Ramírez, J., Moreno-Rico, O., Sánchez-Martínez, G., Siqueiros-Delgado, M. E., y Díaz-Núñez, V. (2011). Ecología y fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y bosques*, 17(3), 49-63.
- Valencia-A., Susana, y Gual-Díaz, Martha. (2014). La familia Fagaceae en el bosque mesófilo de montaña de México. *Botanical Sciences*, 92(2), 193-204.
- Vovides, A. P., Iglesias, C., Luna, V., y Balcázar, T. (2013). Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. *Botanical Sciences*, 91(3), 239-250.

