



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

**INSECTOS FITÓFAGOS EN LAS ESPECIES DE ENCINO DEL
PARQUE AFRICAM EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS, EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

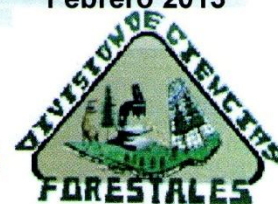
LILIA RAMÍREZ SANTAMARÍA



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México

Febrero 2013



**INSECTOS FITOFAGOS EN LAS ESPECIES DE ENCINO DEL PARQUE
AFRICAM EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA**

**Tesis realizada por la Biol. Lilia Ramírez Santamaría bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como
requisito parcial para obtener el grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

Director:



Dr. David Cibrián Tovar

Co Director:



Dr. Gabriel A. Rodríguez Yam

Asesor:



Dr. Hugo Ramírez Maldonado.

Asesor:



Dr. Dionicio Alvarado Rosales

Chapingo, Estado de México, Febrero de 2013.

DEDICATORIAS

A mis padres: María Dominga y José Isabel R., por su apoyo y amor incondicional a lo largo de toda mi vida. Dios los guarde mucho tiempo a mi lado.

EL CAMINO NO ELEGIDO

*Dos caminos se bifurcaban en un bosque amarillo,
y apenado por no poder tomar los dos
siendo un viajero solo, largo tiempo estuve de pie
mirando uno de ellos tan lejos como pude,
hasta donde se perdía en la espesura.*

*Entonces tomé el otro, imparcialmente,
y habiendo tenido quizás la elección acertada,
pues era tupido y requería uso;
Aunque en cuanto a lo que vi allí
hubiera elegido cualquiera de los dos.*

*Y ambos esa mañana yacían igualmente,
¡Oh, había guardado aquel primero para otro día!
aun sabiendo el modo en que las cosas siguen adelante,
dudé si debía haber regresado sobre mis pasos.*

*Debo estar diciendo esto con un suspiro
de aquí a la eternidad:
dos caminos se bifurcaban en un bosque y yo,
yo tomé el menos transitado,
y eso hizo toda la diferencia.*

Robert Frost

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la División de Ciencias Forestales, por considerarme dentro de su programa de postgrado y haberme brindado la oportunidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias, en Ciencias Forestales.

Al Dr. David Cibrián Tovar, por su dirección, conocimientos, sugerencias y tiempo brindado en el proceso de mi formación de postgrado y desarrollo de la investigación.

Al Dr. Gabriel A. Rodríguez Yam por su apoyo en la parte estadística, sus recomendaciones y su tiempo depositado en el desarrollo y culminación de esta investigación.

Al Dr. Hugo Ramírez Maldonado, por su disposición, sugerencias acertadas y su tiempo dedicado en el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Dionicio Alvarado Rosales, por sus recomendaciones, sugerencias y tiempo brindando en la investigación.

Al Lic. Frank Carlos Camacho Wardle, Director General del Parque AFRICAM, por haber brindado las facilidades para este estudio.

A Don Constantino Zenteno Andrade, Biol. Eneida Villavicencio Enríquez y Don Agustín Méndez Barrales miembros del departamento del Jardín Botánico “Louise Wardle de Camacho” por su apoyo en campo.

A los maestros de la División de Ciencias Forestales, por proporcionarme sus valiosos conocimientos e invaluable experiencia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haberme proporcionado el apoyo económico necesario para poder cumplir mi formación de postgrado.

A mis compañeros: Analine Becerra, Reynol Vizcarra, Gabriel Ramírez, Edgar N. López y Adriana Mendoza, por su apoyo en la fase de campo (tantos piquetes), Verónica Blas y Uriel Barrera por sus sugerencias en partes de la investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora nació el 11 de noviembre de 1974 en la ciudad de Puebla, Puebla. De 1980 a 1986 cursó el nivel primaria en la Escuela Primaria Federal “Benito Juárez”, ubicada en la misma zona. En el periodo de 1986-1989 cursó el nivel secundaria en la Escuela Secundaria Técnica # 51, también del mismo sitio. De 1989-1992 estudió el nivel medio superior en el Colegio de Bachilleres Plantel U-20, ubicado en la misma ciudad. De 1992-1997 cursó la Licenciatura en Biología en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla ubicada en el mismo municipio. Obtuvo su título de Biólogo el 08 de marzo de 2001, con la tesis “Influencia del Periodo de Almacenamiento sobre la Germinación de *Quercus acutifolia* Née y desarrollo inicial de plántulas. De Diciembre de 1999 a Enero de 2001 trabajó como asistente de investigador en el Herbario y Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. De Junio de 2001 a Julio de 2010 fungió como Coordinadora del Jardín Botánico “Louise Wardle de Camacho” del parque Africam, en la ciudad de Puebla; durante este periodo publicó 5 artículos de difusión científica y participó en 9 cursos nacionales e internacionales como ponente. De Agosto de 2010 a Julio de 2012 estudió la Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo.

“INSECTOS FITÓFAGOS EN LAS ESPECIES DE ENCINO DEL PARQUE AFRICAM EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA”.

“PHYTOPHAGOUS INSECTS IN THE SPECIES OF OAKS FROM THE AFRICAM PARK IN TECALI DE HERRERA, PUEBLA.”

Lilia Ramírez-Santamaría¹

David Cibrián-Tovar²

RESUMEN

Con marco en un estudio de evaluación de Salud Forestal, se identificaron algunos insectos fitófagos como el Picudo de la bellota (*Curculio mexicanus* Gibson) y varias avispas agalladoras de la familia CYNIPIDAE, que impactan el estado fitosanitario de las especies de encino del parque AFRICAM. El grupo de avispas agalladoras, no se les atribuyó daño visible, pero se han reportado especies que han causado daño grave al arbolado; para esto se realizó un inventario de estos insectos y se describieron algunos aspectos biológicos. También se monitoreo a *C. mexicanus* que impacta año con año la producción de bellotas de encino al alimentarse y ovipositar en éstas, disminuyendo su viabilidad de igual manera se describieron varios aspectos biológicos y niveles de infestación.

Palabras clave: *Quercus laeta*, *Quercus acutifolia*, *Andricus* spp, bellotas, *Curculio* spp.

ABSTRACT

In this evaluation health forest study it was found that some phytophagous insects; such as the Weevil (*Curculio mexicanus* Gibson) and several Cynipidae gall of the family CYNIPIDAE, that impact the phytosanitary status of the species of oak park AFRICAM. Cynipidae gall didn't attributed visible damage, but species have been reported to have caused serious damage to trees, for this is an inventory of these insects and described some biological aspects. Also did monitoring *C. mexicanus* year to year that impacted the production of acorns to feed and lay eggs in them, decreasing their viability likewise described several biological aspects and levels infestation.

Keywords: *Quercus laeta*, *Quercus acutifolia*, *Andricus* spp, bellotas, *Curculio* spp.

1 Tesista

2 Director

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
INSECTOS FITÓFAGOS EN LAS ESPECIES DE ENCINO DEL PARQUE AFRICAM EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA	¡Error! Marca
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DATOS BIOGRÁFICOS	v
“INSECTOS FITÓFAGOS EN LAS ESPECIES DE ENCINO DEL PARQUE AFRICAM EN TECALI DE HERRERA, PUEBLA”.	vi
RESUMEN ABSTRACT	vi
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	¡Error! Marca
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	4
II. Primer reporte sobre la diversidad de Cinipidos (HYM., CYNIPIDAE: CYNIPINI) EN LA ZONA DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA.	5
2.1 RESUMEN	5
2.2 INTRODUCCIÓN	6
2.2.1 ZONA DE ESTUDIO	8
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
2.4.1 ESPECIES IDENTIFICADAS	12
2.4.2 ESPECIES IDENTIFICADAS A NIVEL GENÉRICO	18
2.5 LITERATURA CITADA	33

3. Aspectos biológicos y características de infestación de <i>Curculio mexicanus</i> Gibson (COLEOPTERA: Curculionidae) sobre <i>Quercus</i> spp.	37
3.1 RESUMEN	37
3.2 INTRODUCCIÓN	38
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.3.1 Análisis de datos	45
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.4.1 Ciclo biológico de <i>C. mexicanus</i>	48
3.4.2 Grado de infestación.....	54
3.5 CONCLUSIONES.	57
3.6 LITERATURA CITADA	59
4. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES	63
5. LITERATURA GENERAL CITADA	64

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CAPITULO 2	
Cuadro 1. Diversidad de Cinípidos en Africam, Tecali de Herrera, Puebla. México. (<i>Lobatae</i> = encinos rojos <i>Quercus</i> = encinos blancos).....	11
Cuadro 2. Ciclo biológico de las diferentes especies de Cinípidos, la mayoría de las agallas aparecieron en Junio y los adultos emergieron en diciembre.....	31
CAPITULO 3	
Cuadro 1. Fenología de encinos (fase de predispersión). Colecta de bellotas.....	44
Cuadro 2. Niveles de infestación de <i>Curculio mexicanus</i> en diferentes especies de <i>Quercus</i>	55

INDICE DE FIGURAS

CUADRO	PÁGINA
 CAPITULO 2	
Figura 1. Emergencia de adultos de <i>A. hidalgoensis</i> Pujade-Villar & Melika; de abril a mayo de 2012. Tecali de Herrera, Pue	14
Figura 2. Especies identificadas de avispa agalladoras. A. Agallas de <i>Amphibolis hidalgoensis</i> . B. Hembra de <i>A. hidalgoensis</i> . C. Macho de <i>A. hidalgoensis</i> . D. Agalla de <i>Andricus georgei</i> . E. Cámara multilocular de <i>A. georgei</i> . F. Hembra asexual de <i>A. georgei</i> . G. Agallas de <i>Kinseyella lapiei</i> . H. Cámara unilocular de <i>K. lapiei</i> . I. Hembra asexual de <i>K. lapiei</i> .	18
Figura 3. Agallas identificadas a nivel genérico A. Agalla de <i>Andricus sp.</i> 1. B. Cámara larval de <i>Andricus sp</i> 1. C. Hembra adulta de <i>Andricus sp</i> 1. D. Agalla de <i>Andricus sp</i> 2. E. Cámara larval de <i>Andricus sp</i> 2. F. Hembra adulta de <i>Andricus sp</i> 2. G. Agallas de <i>Atrusca sp</i> 1. H. Cámara larval de <i>Atrusca sp</i> 1. I. Hembra adulta de <i>Atrusca sp</i> 1. J. Agalla de <i>Atrusca sp</i> 2. K. Cámara larval de <i>Atrusca sp</i> 2. L. Hembra adulta de <i>Atrusca sp</i> 2. M. Agalla de <i>Callirhytis sp.</i> N. Cámaras larvales de <i>Callirhytis sp.</i> O. Hembra adulta de <i>Callirhytis sp.</i> P. Agalla de <i>Disholcaspis sp.</i> Q. Cámara larval de <i>Disholcaspis sp.</i> R. Hembra adulta de <i>Disholcaspis sp</i>	25
Figura 4. A: Aspecto general de las agallas de las que no se han obtenido adultos. Morfotipo 1, posiblemente pertenecientes a <i>Phylloteras</i> (=Xystoteras); B: detalle de la anterior; C: Agalla joven Morfotipo 2 probablemente de <i>Andricus</i> ; D: detalle de agalla madura Morfotipo 2; E: aspecto general Morfotipo 3 posiblemente de <i>Andricus</i> ; F: corte longitudinal Morfotipo 3; G: agalla Morfotipo 4 de <i>Andricus sp</i> ; H: agalla tumoral Morfotipo 5 posiblemente de <i>Andricus</i>	30

CAPITULO 3

Figura 1. Adulto de *Curculio mexicanus*. B. Edeago de *C. mexicanus*. C. Cápsula cefálica D. Adulto de *Curculio longinasus*. E. Adulto de *Curculio sp.* F. Eedeago de *Curculio sp.* G. Larva de *Curculio*. H. Alimentación de larva de *Curculio*.51

Figura 2. Número de instares larvales mediante el método de Conglomerados Jerárquico52

Figura 3. Instares larvales de *C. mexicanus*53

Figura 4. Ciclo biológico de *Curculio mexicanus* Gibson54

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad los bosques han sido considerados sitios sagrados y de gran valor económico, cultural y religioso. Durante todo ese tiempo han aportado al ser humano diversos beneficios ambientales, tales como: captura de dióxido de carbono, filtración de agua, hábitat de vida silvestre, mejoramiento visual, entre otros, que son de vital importancia para todos los seres vivos (Bacon, 2003). En la actualidad la acción antropogénica ha tenido un gran impacto sobre los bosques, por lo cual darles es de gran importancia un manejo sustentable para su conservación, para esto es necesario analizarlos y estudiarlos para proponer un manejo adecuado.

Para evaluar el impacto se desarrolló un sistema de medición a través de indicadores de salud forestal que involucra el manejo de cada una de las especies, la complejidad del ecosistema, la historia biológica de los ecosistemas, la cual es importante para el restablecimiento de la vegetación después de una gran perturbación y recuperación del paisaje, a grandes escalas de tiempo y espacio (Borys, Moody y Villa, 2007). Para determinar la condición de salud de los árboles es necesario analizar varios indicadores, entre ellos están:

1. **Condición de la copa.** Basado en la cantidad, condición y distribución del follaje, ramas y ramas de crecimiento del árbol (Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero, 2011a).
2. **Estructura y diversidad vegetal.** Revelan el tipo, abundancia y arreglo espacial de la vegetación presente nos dirán qué bosques son más propensos a ser perturbados, los más diversos y cómo será la sucesión (Hernández-de la Rosa, 2011).
3. **Residuos maderables caídos.** Aporta datos sobre la biomasa, carbono y reservas de nutrimentos, carga y combustibles y dispersión del fuego, hábitat de silvestre (Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero, 2011c).
4. **Comunidad de líquenes.** Su composición es uno de los mejores indicadores biológicos de nitrógeno y contaminantes en base a azufre en el aire; en un bosque con buena salud generalmente se encuentran entre 10-50 especies de líquenes por conglomerado (Borys, Moody y Villa, 2007).
5. **Daño en los árboles.** Es un indicador de la cantidad, tipo, localización y grado de daño, que pueden recibir los árboles ya sea causado por alguna enfermedad, insecto, tormenta o actividad humana y se dividen en bióticos y abióticos; nos ayudará a detectar qué bosques están en riesgo de disminuir su crecimiento y/o incremento en mortalidad debido a los daños observados y cómo son afectados (Alvarado-Rosales y Saavedra-Romero, 2011b).

Este último indicador es uno de los que se desarrollaron completamente, ya que se detectó a dos insectos fitófagos potenciales que podrían afectar la condición de salud del bosque de encino en el sitio de estudio por lo tanto se realizó su seguimiento un año y medio.

El primero fue *Curculio mexicanus* (picudo de bellotas), pertenece a la familia *CURCULIONIDEAE*, esta especie en particular se alimenta y oviposita dentro de las bellotas de las diferentes especies de encino en el sitio de estudio, lo cual afecta directamente la tasa de reclutamiento de estos árboles haciendo peligrar su permanencia a largo plazo.

El segundo agente fueron avispas agalladoras, pertenecientes al orden *HYMENOPTERA*, *CYNIPIDAE*: *CYNIPINI*, de este grupo en la mayoría de sus especies solo se conoce su fase agámica (asexual) que se desarrolla en las ramillas u hojas de alguna especie de encino; se realizó un inventario para determinar hasta donde fuera posible qué géneros y/o especies están presentes. Estos insectos aparentemente son “inocuos” pero se han registrado casos de especies altamente dañinas, como *Andricus quercuslaurinus* que provocó la sucesión de un bosque de encino a uno de pino en menos de 10 años; debido a que su fase agámica se desarrolló en las ramillas de estos árboles provocándoles muerte prematura. De ahí la vital importancia de conocer varios aspectos de su biología.

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos derivados de estos dos estudios fueron los siguientes:

1. Identificar la diversidad de cinípidos dentro de un bosque de encino caducifolio, identificar los hospedantes de los cinípidos y, conocer algunos aspectos de la morfología y la biología de las especies y de sus agallas.
2. Conocer algunos aspectos biológicos de *Curculio mexicanus*, tales como: ciclo biológico, comportamiento de oviposición, número de instares larvales y el nivel de infestación sobre las diferentes especies de encino en la zona de Tecali de Herrera, Puebla.

II. PRIMER REPORTE SOBRE LA DIVERSIDAD DE CINÍPIDOS (HYM., CYNIPIDAE: CYNIPINI) EN LA ZONA DE TECALI DE HERRERA, PUEBLA. FIRST REPORT ON THE DIVERSITY OF CYNIPIDS (HYM., CYNIPIDAE: CYNIPINI) IN THE AREA OF TECALI DE HERRERA, PUEBLA.

Lilia Ramírez-Santamaría⁽¹⁾

David Cibrián-Tovar

2.1 RESUMEN

En este estudio se reportan por primera vez los morfotipos de agallas de Cynipidae de nueve especies de encinos en un bosque de encino caducifolio de zona de Tecali de Herrera, Puebla. Se colectaron un total de 14 morfotipos distintos, de los cuales se obtuvieron ejemplares adultos en nueve de ellos. Se han sido identificado las especies; *Kinseylla lapiei* (Kieffer), *Andricus georgei* Pujade-Villar y *Amphibolips hidalgoensis* Pujade-Villar & Melika; otros seis han sido identificados a nivel genérico: *Andricus* Hartig, *Atrusca* Kinsey, *Callirhytis* Förster y *Disholcaspis* Dalla Torre & Kieffer, y el resto cinco morfotipos no se obtuvieron adultos agalladores. Se aportan datos sobre el ciclo biológico de las especies encontradas.

Palabras clave: *Cynipidae*, *Quercus*, agallas, Puebla, México, diversidad.

1 Tesista

2 Director

ABSTRACT

In this study we reported for the first time the Cynipidae gall morphotypes of nine oak species in a deciduous oak forest area in Tecali Herrera (Puebla). We collected a total of 14 morphotypes, from which nine adult specimens were obtained. Species have been identified: *Kinseylla lapiei* (Kieffer), *Andricus georgei* Pujade-Villar and *Amphibolips hidalgoensis* Pujade-Villar & Melika; other six have been identified at the generic level: *Andricus* Hartig, *Atrusca* Kinsey, *Callirhytis* Förster and *Disholcaspis* Dalla Torre & Kieffer and the rest (five morphotypes) no gall-forming were obtained. Data about the life cycle of the species were found.

Keys words: *Cynipidae*, *Quercus*, galls, Puebla, México, diversity.

2.2 INTRODUCCIÓN

Las avispas agalladoras de los encinos (CYNIPINI) son de los grupos más ricos en diversidad con cerca de 1000 especies incluidas en de 25 géneros (Stone *et al.*, 2002). Se encuentran distribuidas principalmente en las zonas templadas del hemisferio norte. Se caracterizan por incluir avispas fitoparasitoides inductoras de agallas o inquilinos de éstas (Pujade-Villar *et al.*, 2009).

México se considera centro de radiación del género *Quercus*, con 161 especies descritas (Valencia, 2004); por ello se acepta que la riqueza de los cinípidos debe ser mayor a la actualmente conocida que comprende 170 especies de cinípidos en poco más de 30 especies de encinos (Pujade-Villar *et al.*, 2009; Pujade-Villar *et al.*, 2012; Nieves-Aldrey *et al.*, 2012).

Las agallas son estructuras de tipo tumoral por un crecimiento anómalo de los tejidos de las plantas inducidas por insectos u otros artrópodos debido a procesos de puesta o de alimentación. Su origen es muy controvertido (Folliot, 1977), pero algunos autores opinan que sucede en respuesta a los químicos secretados por la larva de una avispa agalladora, de forma que cada especie secretaría un químico único que formaría un único tipo de agalla (Stone *et al.* 2002); otros autores consideran que ha de existir un componente genético que induciría la agalla (Cornell, 1983).

Por lo general, las especies causan poco o nulo daño a su hospedero, pero un reducido número distorsionan el tallo o acumulan un gran número de cámaras larvales en el interior del tallo al punto que bloquean la circulación de los nutrientes de forma que la porción de rama que contiene las agallas muere (Melika *et al.*, 2009). En México se ha citado el caso de una especie dañina, *Andricus quercuslaurinus* Melika y Pujade-Villar, la cual ha devastado cerca de 1,460 hectáreas de bosque de *Quercus laurina* Bonpl., según se indica en el portal de la Agenda Hidalguense (2012).

Muchas especies de avispa agalladoras presentan dos generaciones (Pujade-Villar *et al.*, 2001): una generación bisexual (sexuada) donde se producen machos y hembras, y otra unisexual (agámica) donde solo emergen hembras partenogénicas. Cada una de estas generaciones produce un tipo de agalla distinto en una parte del árbol específico (Keator, 1998; Little *et al.*, 2001; Swiecki y Bernhardt, 2008). En el Neártico la mayoría de ciclos son desconocidos (Pujade-Villar *et al.*, 2001) y sólo una en México (Melika, *et al.*, 2009).

Su identificación en el Neártico es difícil debido al desconocimiento taxonómico que se tiene de este grupo de himenópteros (Pujade-Villar *et al.*, 2009; Melika *et al.* 2009).

En la región de Tecali de Herrera (Puebla) no se han realizado estudios sobre este grupo de himenópteros, por ello, los objetivos de este estudio fueron:

identificar la diversidad de cinípidos dentro de un bosque de encino caducifolio, identificar los hospedantes de las avispas y, conocer algunos aspectos de la morfología y la biología de las especies y de sus agallas.

2.2.1 ZONA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en un bosque de *Quercus-Juniperus* que se encuentra dentro de una propiedad privada denominada “AFRICAM” en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla (UTM 591349 X y 2094241Y). Se trata de un bosque abierto donde la densidad del arbolado varía desde 20 a 500 individuos por hectárea. Se corresponde a una comarca seca, con precipitaciones pluviales promedio de 500-700 mm anuales, en la que las lluvias son de carácter temporal (Mayo a Septiembre) siendo el resto del año estiaje. El clima pertenece al grupo de los templados secos presentado una temperatura media anual de 12-18°C. La temperatura en los meses más cálidos varía entre 5-30°C y en los más fríos de -3 a 18°C.

En este predio se registraron 15 especies de encinos. La altura del encinar varía entre 5-8m con una media de 6.5 m de; en el encinar arbustivo osciló entre 1-3m con una media de 2m. La diversidad de cinípidos se estudió en 9 especies de *Quercus* (uno de ellos arbustivo): *Quercus acutifolia* Née, *Q. mexicana* Bonpl., (pertenecientes a la sección *Lobatae* o robles rojos), *Q.*

glaucoides Mart. & Gal., *Q. grisea* Liemb., *Q. laeta* Liemb., *Q. liebmanii* Oerst., *Q. microphylla* Née, *Q. splendens* Née y *Q. subspathulata* Trel., (pertenecientes a la sección *Quercus* o robles blancos).

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se inició en julio de 2011 y finalizó en agosto de 2012. Durante este periodo, cada 15 días, se realizaron recorridos en la zona para detectar y seguir el desarrollo de las agallas. Cada dos semanas se realizaron recorridos en la zona de estudio. Cada vez que se observaba algún tipo de agalla se procedió a registrar la especie de encino y su ubicación geográfica; cada mes se llevaron al laboratorio para abrirlas y registrar la fase de desarrollo de la avispa asociada. En campo algunas ramas con agallas se envolvieron en bolsas de tricot blanco, para esperar la emergencia del adulto y posteriormente colectarse.

Una vez obtenidos los adultos se conservaron en alcohol al 70% para, posteriormente, tomarles fotografías con un microscopio estereoscópico Leica M80 y una cámara modelo DFC295 de la misma marca. Mediante el software Leica Application Suite UV3, se obtuvieron datos morfológicos de las agallas y de la avispa.

Parte de esta colecta se conservó en el laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo y otra parte de los cinípidos fueron enviados para su respectiva identificación al departamento de Biología Animal de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona (España).

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región de Puebla donde se encuentra AFRICAM, los encinares han sido perturbados severamente durante las últimas décadas. Los bosquetes actuales solo están remanentes entre zonas conurbadas, parcelas agrícolas y pastizales inducidos, aun así, los encinos mantienen poblaciones de cinípidos. En este estudio se registró una diversidad total de 14 morfotipos de agallas, correspondientes a 6 géneros de avispa: *Amphibolips* Reibhard, *Andricus* Hartig, *Atrusca* Kinsey, *Callirrythis* Förster, *Disholcaspis* Dalla Torre & Kieffer y *Phylloteras* (=Xystoteras). En el cuadro 1 se muestra la lista de especies y géneros encontrados.

Cuadro 1. Diversidad de Cinípidos en Africam, Tecali de Herrera, Puebla. México. (Lobatae = encinos rojos Quercus = encinos blancos).

Género/especie /Morfotipo	Hospedantes	Sección	Localización de la agalla
<i>Amphibolis hidalgoensis</i>	<i>Q. acutifolia</i> Née.	<i>Lobatae</i>	Rama
Pujade-Villar & Melika	<i>Q. mexicana</i> Hum. & Bonpl.	<i>Lobatae</i>	Rama
<i>Andricus georgei</i> Pujade-Villar	<i>Q. laeta</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. splendens</i> Née.	<i>Quercus</i>	Hoja
<i>Kinseyella lapiei</i> (Kieffer)	<i>Q. glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. laeta</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. obtusata</i> Hum. & Bonpl.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. splendens</i> Née.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. subspathulata</i> Trel.	<i>Quercus</i>	Hoja
<i>Andricus sp. 1</i>	<i>Q. grisea</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Rama
	<i>Q. glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Quercus</i>	Rama
	<i>Q. laeta</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Rama
	<i>Q. microphylla</i> Née.	<i>Quercus</i>	Rama
<i>Andricus sp. 2</i>	<i>Q. glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Quercus</i>	Hoja
<i>Atrusca sp. 1</i>	<i>Q. laeta</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. splendens</i> Née.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. subspathulata</i> Trel.	<i>Quercus</i>	Hoja
<i>Atrusca sp. 2</i>	<i>Q. glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. grisea</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. laeta</i> Liebm.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. microphylla</i> Née.	<i>Quercus</i>	Hoja
	<i>Q. subspathulata</i> Trel.	<i>Quercus</i>	Hoja
<i>Callirhytis sp.</i>	<i>Q. acutifolia</i> Née.	<i>Lobatae</i>	Rama
<i>Disholcaspis sp.</i>	<i>Q. liebmanii</i> Oerst.	<i>Quercus</i>	Rama

La mayor diversidad de agallas en la zona de estudio estuvo asociada a los encinos de la sección *Quercus* lo cual parece lógico al existir más especies

de roble blanco en la zona de estudio, aunque en revisiones anteriores se ha visto esta tendencia en este modelo de encinos (Pujade-Villar *et al.*, 2009). La diversidad de esta zona (14 morfotipos en 9 especies de encino) se considera baja, si se compara con la cantidad de morfotipos que se encontraron en una única especie de encino, *Quercus resinosa* Liebm., en Monte Escobedo (Zacatecas); en ésta, se obtuvieron 14 morfotipos (Pujade-Villar *et al.*, 2012b).

La mayor diversidad de cinípidos se encontró en *Q. laeta* con 8 morfotipos, lo cual podría estar relacionado con el hecho de que esta especie muestra una alta concentración de taninos, lo que lo hace más afín a ser seleccionado por las avispa agalladoras ya que estos compuestos evitan la proliferación de hongos (Taper y Case, 1989).

2.4.1 ESPECIES IDENTIFICADAS

Amphibolips hidalgoensis Pujade-Villar & Melika, 2011

Especie recientemente descrita en Melika *et al.* (2011). Agallas esféricas y grandes (40-62 mm de diámetro) que se localizan en las ramillas de la estación de crecimiento, solitarias (Figura 2A) o en pares, rara vez más. De color verde al principio de su desarrollo, succulentas, densas y turgentes; cafés al final, fibrosas y fácilmente rompibles. Uniloculares, la cámara larval esta al

centro es esférica de 4-6 mm, alrededor de esta se encuentran a menudo múltiples cámaras de inquilinos y/o parasitoides; tan solo de una agalla se contabilizaron 22 orificios de emergencia menores a 2 mm, perfectamente distinguibles de la avispa inductora.

La hembra de *A. hidalgoensis* (Figura 2B) es de color negro brillante, cuerpo robusto de 5.5-5.7 mm de longitud (n=11). En la descripción original de ésta especie (Melika *et al.*, 2011) no se registraron machos a pesar del gran número de hembras capturadas; en este estudio se citan por primera vez los machos de esta especie. El macho (Figura 2C) es muy a la hembra con un cuerpo menos robusto de 4-5 mm de largo. Una descripción más precisa será proporcionada en un estudio que se está aún elaborando.

Los hospederos vegetales en los que se colectó *A. hidalgoensis* fueron *Q. acutifolia* y *Q. mexicana*, dos especies de encinos pertenecientes a la sección Lobatae, ambas endémicas a México. Estas especies son nuevos registros de hospedantes, ya que los reportados por Melika *et al.* (2011) fueron *Q. crassifolia* Bonpl., *Q. crassipes* Bonpl., *Q. candicans* Née y *Q. castanea* Née. La biología, obtenida de acuerdo a las recolectas, es la siguiente: en el mes de febrero se detectaron las primeras agallas, de tamaño muy pequeño y color verde, en los siguientes meses se presentó el desarrollo hasta que los adultos emergieron desde finales de abril hasta mediados de mayo (Cuadro 2), concentrándose en los días 9-13 (Figura 1) en la muestra estudiada.

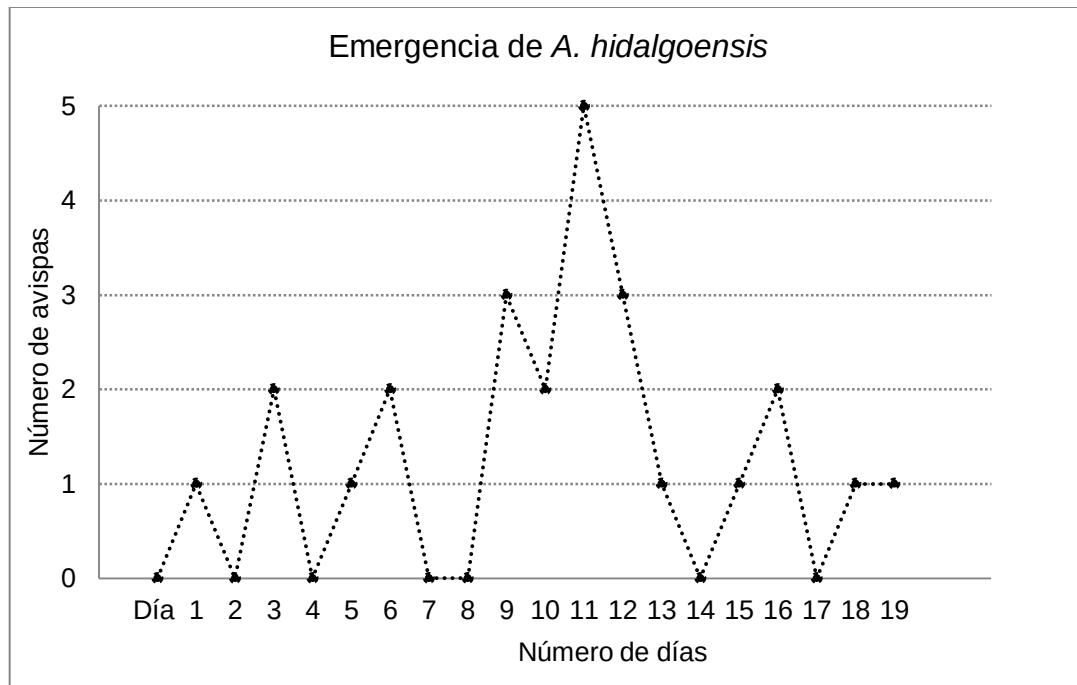


Figura 1. Emergencia de adultos de *A. hidalgoensis* Pujade-Villar & Melika; de abril a mayo de 2012.
Tecalí de Herrera, Pue.

La relación entre hembras y machos obtenidos en este estudio es de 1:1.23 (11 hembras y 14 machos; n=69 agallas). La presencia de machos permitió concluir que esta generación es sexuada, aunque en otras especies de encinos solo se han obtenido hembras y ello ha llevado a suponer que se trataba de la generación agámica (Nieves-Aldrey *et al.*, 2012).

Un dato cultural es que en la zona de estudio los oriundos de la zona mencionan que se comían como frutos de temporada a pesar de su sabor ligeramente astringente; esto también fue citado para el municipio de Monte Escobedo (Zacatecas) tal como expusieron Pujade-Villar *et al.*, (2009).

Andricus georgei Pujade-Villar, 2011

Especie recientemente descrita en Pujade-Villar *et al.* (2011). Agalla plurilocular (Figura 2D-E) localizada en el envés de las hojas sobre la vena principal, de 10-16 mm de longitud, globosa en raras ocasiones ovaladas, solitarias o en pares. La textura es aterciopelada de color amarillo claro, cuando madura pasa a ser amarilla oro, con pelos contortos largos sin ser quebradizos y firmemente adheridos a las cámaras larvales, a menos que las avispas estén por eclosionar, lo cual hace que se desprendan fácilmente; la pubescencia tiene al menos un espesor de 3-4 mm. Multilocular, de 2x4 mm., de color amarillo, denso y duro (lignificado); cámaras larvales, ligeramente ovoides (1-1.1 mm), fusionadas (Figura 2E).

La avispa mide de 1.7-2.3 mm., de longitud (n=5), de color castaño-rojizo, dorsalmente con distintivos negros (Figura 2F). Tal como se menciona en Pujade-Villar (2011), aunque se describe en el género *Andricus*, presenta una característica que podría separarla de este género, el metasoma es estriado, mientras que en el resto de las especies de este género lo tienen liso (excepto en *A. georgei* y *A. nievesaldreyi*).

La agalla se encontró desarrollándose en *Q. laeta* y *Q. splendens*, encinos pertenecientes a la sección *Quercus* endémicos a México. Los registros

aquí mencionados representan nuevos registros de hospederos para esta especie ya que fue registrada por primera vez en *Q. mexicana*, un encino de la sección Lobatae (Pujade-Villar *et al.*, 2011), por lo cual aparentemente *A. georgei* no tiene preferencia por una sección u otra de encinos.

Su ciclo biológico es como sigue: las agallas comienzan ser obvias en el mes de agosto y los adultos emergen en las dos primeras semanas del mes de diciembre, por lo cual tuvieron un desarrollo rápido en la segunda mitad del año (Cuadro 2).

De estas agallas solo emergieron hembras, por lo que pudiera tratarse de la generación asexual de la especie.

***Kinseyella lapiei* (Kieffer, 1911)**

Kinseyella lapiei fue descrita en 1911 y hasta este estudio no había sido recolectada de nuevo; estos datos han sido publicados recientemente en Pujade-Villar (2012a).

La agalla unilocular (Figura 2G-H) se localiza en el envés de las hojas, rara vez en el haz, adherida a la vena principal. Su número es variable pudiéndose encontrar ya sea solitarias o hasta cinco en una sola hoja. El tamaño oscila entre 28-36 mm de diámetro. La estructura es de paredes delgadas, con una cámara larval central sostenida por fibras radiales (Figura

2H). La superficie de la agalla tiene una textura aterciopelada desde un principio, debido a la gran cantidad de tricomas cortos simples presentes de coloración beige al inicio de su crecimiento, naranjado claro cuando alcanzan su tamaño final, que recuerda a un durazno. Al principio de su desarrollo las agallas son solidas al tacto, al finalizar el desarrollo de la avispa, se torna hueca y frágil como si se tratara de un cascarón vacío de coloración terracota, siendo en este momento muy frágil.

Las hembras agámicas presentan una longitud variable entre 2.9-4.1 mm (n=10) son de color ámbar uniforme en todo el cuerpo con líneas rojizas en el metasoma (Figura 2I)

En cuanto a su aspecto biológico la agalla comenzó a ser evidente en la segunda quincena de mayo, desarrollándose durante 3-4 meses, las hembras adultas emergieron a finales de agosto y principios de septiembre (Cuadro 2).

Se registró, dependiendo de la zona de muestreo, entre 20-50% de parasitismo producido por Chalcidoideos; de manera visual las agallas parasitadas fueron de menor tamaño alrededor de 2.8 cm., mientras que las no parasitadas oscilaron 3-4 cm.

Esta avispa agalladora se recolectó en *Q. glaucoides*, *Q. laeta*, *Q. obtusata*, *Q. splendens* y *Q. subspathulata*; previamente, Pujade-Villar *et al.* (2012a) mencionaron como hospederos a *Q. laeta*, *Q. splendens* y *Q. rugosa*

por lo que en este estudio se proporcionan tres nuevos huéspedes, todos ellos pertenecientes a la sección *Quercus*.

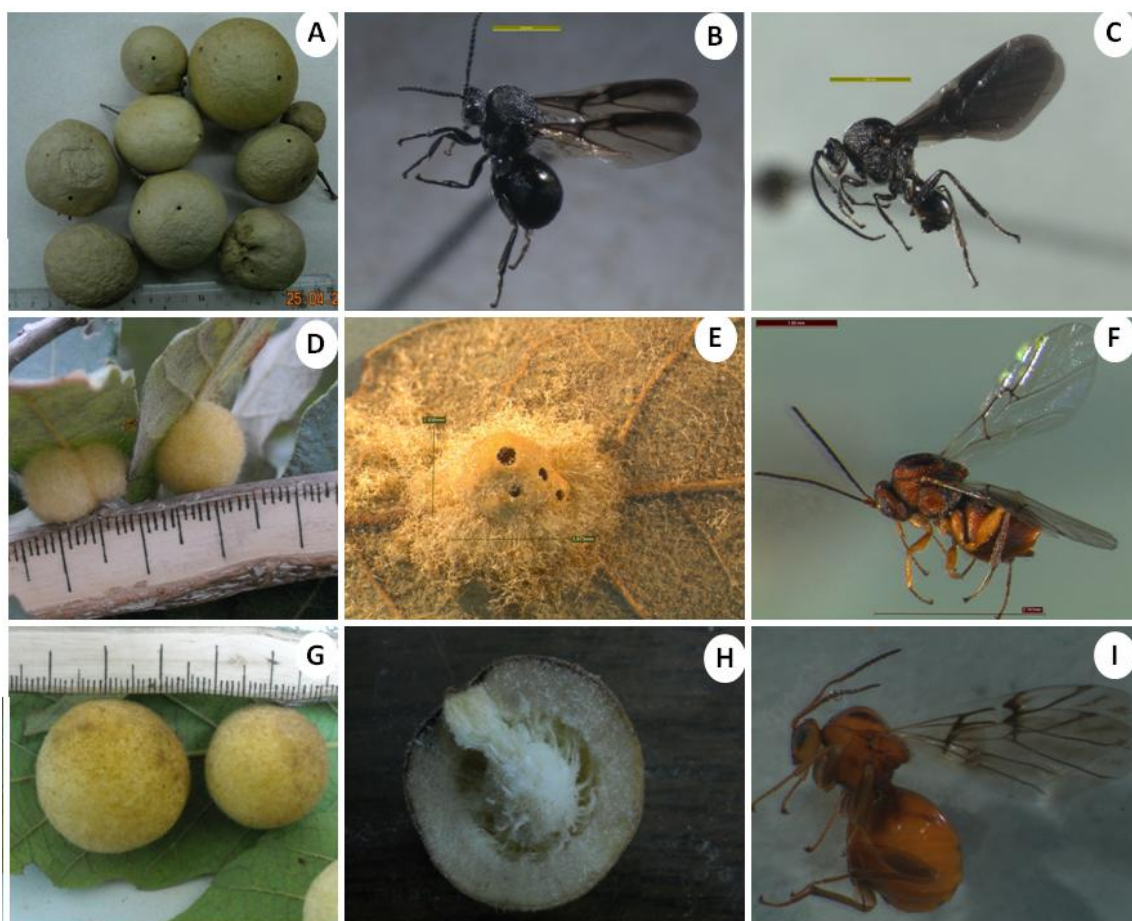


Figura 2. Especies identificadas de avispa agalladoras. A. Agallas de *Amphibolis hidalgoensis*. B. Hembra de *A. hidalgoensis*. C. Macho de *A. hidalgoensis*. D. Agalla de *Andricus georgei*. E. Cámara multilocular de *A. georgei*. F. Hembra asexual de *A. georgei*. G. Agallas de *Kinseyella lapiei*. H. Cámara unilocular de *K. lapiei*. I. Hembra asexual de *K. lapiei*.

2.4.2 ESPECIES IDENTIFICADAS A NIVEL GENÉRICO

Posteriormente, de seis morfotipos se obtuvieron adultos que hasta ahora solo se identificaron a nivel género, siendo los siguientes:

Andricus sp. 1

Agalla (Figura 3A-B) ovoide, de textura rugosa y dura (lignificada), se desarrolla en las axilas de las ramillas de la estación de crecimiento. Aparece en grupos de dos o tres, llegando a medir 8x9 mm., a 14x13 mm. (Figura 3A). Es de color amarillo pardo con manchas rojizas a amarillo oscuro. La cámara larval es unilocular, de 7x8 mm; se encuentra adherida en el centro de la cámara interna, es ovalada de 3x2 mm, de color amarillo claro. Cuando inicia su desarrollo la cámara está rodeada por un tejido succulento, pero conforme madura éste se deshidrata quedando con una pared de 1x1.5 mm de grosor (Figura 3B).

Todos los adultos que emergieron fueron hembras agámicas (Figura 3C). Las agallas comenzaron a ser evidentes a principio de agosto, obteniéndose adultos a finales del mes de noviembre (Cuadro 2).

Esta especie se encontró desarrollándose sobre *Q. grisea*, *Q. glaucoides*, *Q. laeta* y en un par de ocasiones en *Q. microphylla*.

Andricus sp. 2

Agalla (Figura 3D) semiesférica densamente pubescente, ligeramente aplanada en la zona donde se une a la vena primaria; es solitaria o puede encontrarse en pares en el haz o envés de las hojas. El tamaño varía entre 12-14 mm de diámetro, presenta una pubescencia abundante, de pelos contortos y largos de 7-9 mm., de color amarillo claro cuando es joven y dorados una vez madura. Esta pubescencia cubre las cámaras larvales de aspecto semi ovalado, lignificado, de 5 x 4 mm. Las cámaras larvales son ovaladas y miden de 2.5 x 1.5 mm (Figura 3E).

Esta agalla comenzó a ser visible a finales de Septiembre (Cuadro 2). Los adultos (Figura 3F) emergieron durante la primera semana de Enero; el número de avispas emergidas de cada agalla fue 1-6 hembras agámicas. Esta especie es cercana a *A.tecturnarum* Kinsey, 1920.

La única especie de encino en que fue registrada la agalla fue en *Q. glaucoides*.

Atrusca sp. 1

Esta agalla (Figura. 3G) se desarrolla en el envés de las hojas. Se encuentran insertas sobre la vena principal a veces cerca del peciolo. Son agallas solitarias, aunque también se encuentran en grupos de 2-3. Son esféricas, ligeramente aplanada en donde se inserta. El tamaño oscila entre 8 – 13 mm de diámetro. Aparentemente tiene un ciclo bivoltino ya que se

encontraron agallas nuevas como maduras en la misma hoja en encinos caducifolios. Las agallas son de color rosa pálido en un principio, conforme van creciendo se tornan color verde limón y finalmente cuando maduran son de color café rojizo (Figura 3G). En su interior, cuando aún no han madurado, están conformadas por tejido succulento compacto que le da una consistencia muy sólida. Es unilocular (Figura 3H), la cámara larval es de 4-5 mm de diámetro.

Las agallas comenzaron a aparecer a mediados de Junio y se siguieron observando hasta finales de Noviembre y principios de Diciembre (Cuadro 2). Emergieron únicamente hembras adultas por lo cual se infirió que se trata de una generación agámica (Figura 3I).

Este morfotipo presenta uno de los más altos grados de parasitismo 10:1. Han sido obtenidos ejemplares de las familias: Eurytomidae (Chalcidoidea), Ichneumonidae y Brachonidae (Ichneumonoidea).

Se encuentra desarrollándose en *Q. laeta*, *Q. splendens* y *Q. subspathulata*.

Atrusca sp. 2

La agalla (Figura 3J) se desarrolla en el envés de las hojas. Se insertan sobre la vena principal, son solitarias o pueden encontrarse en grupos de 3-5; cuando son varias pueden ser aplanadas lateralmente. El tamaño oscila entre 10-15 mm de diámetro. Su superficie es lisa y muy frágil cuando madura, adquiriendo entonces una coloración café claro. Su pared externa mide entre 0.8-1.0 mm de diámetro. Es unilocular; en el centro se encuentra la cámara larval esférica 2 mm de diámetro, la cual está suspendida por muchos filamentos radiales que van hacia la pared exterior (Figura 3K).

Las agallas comenzaron a ser evidentes a finales de Junio (Cuadro 2). Los adultos (Figura 3L) son hembras agámicas que emergieron a principios de noviembre. Como en el caso anterior, la larva de esta agalla tuvo una alta proporción de parasitoides de 10:1.

Se encontró desarrollándose sobre *Q. glaucoides*, *Q. grisea*, *Q. laeta*, *Q. microphylla* y *Q. subspathulata*.

Callirhytis sp.

Agallas de forma semiesférica u ovaladas, de 16x20x13 mm a 19x17x13 mm que crecen solitarias o rara vez en pares, sobre las ramillas de la estación

de crecimiento, en las axilas o lo largo de la ramilla (Figura 3M). Cuando comienza a desarrollarse, el tejido es compacto y de color verde, pero conforme madura se vuelve café claro, fibrosa y esponjosa. Es multilocular conteniendo de 1 a 12 avispas en cada agalla (Figura 3N).

Prácticamente no presentó parasitoides.

Esta agalla comenzó a ser visible en Octubre. La primera semana de Enero emergieron únicamente hembras adultas (Cuadro 2), seguramente representantes de una generación agámica. (Figura 4O).

Únicamente se registró en *Q. acutifolia*.

Disholcaspis sp.

Las agallas se desarrollaron sobre las ramillas de la estación de crecimiento, generalmente en pares, rara vez en grupos de dos o tres (Figura 3P). Esférica con un diámetro entre 15-26 mm, de base plana en el punto que se inserta con la ramilla. La coloración café claro a café oscuro distribuido de manera uniforme. La superficie es aterciopelada; pelos cortos contortos para que se desprendan fácilmente al emerger los adultos. Es unilocular, con una cámara interna ovoidal, de 4-6 mm cuando es madura, tiene un tejido succulento y compacto; la cámara larval, de 4x3 mm., está adherida en el centro; es de color blanco o amarillo muy claro. Cuando el adulto emerge, el orificio de salida

es en el ápice de la cámara larval (Figura 3Q). La agalla comenzó a ser evidente desde principios de Junio, obteniéndose los adultos a finales de Noviembre y principios de Diciembre, únicamente hembras agámicas (Figura 3R). Cabe hacer notar que fue una de las agallas que tuvo un desarrollo más largo en relación a las otras especies mencionadas, ya que casi pasaron 6 meses antes de emerger las hembras adultas (Cuadro 2). Se colectaron exclusivamente sobre *Q. liebmanii*, un encino de distribución restringida a solo tres estados: Guerrero, Oaxaca y Puebla.

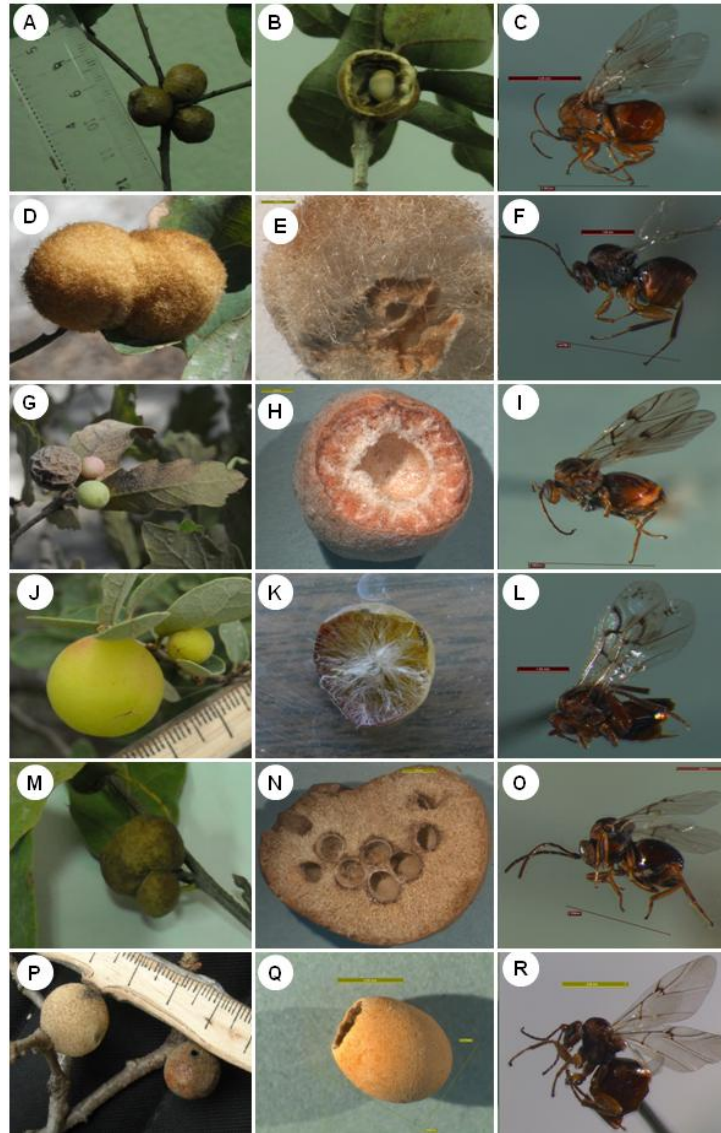


Figura 3. Agallas identificadas a nivel genérico A. Agalla de *Andricus* sp. 1. B. Cámara larval de *Andricus* sp 1. C. Hembra adulta de *Andricus* sp 1. D. Agalla de *Andricus* sp 2. E. Cámara larval de *Andricus* sp 2. F. Hembra adulta de *Andricus* sp 2. G. Agallas de *Atrusca* sp 1. H. Cámara larval de *Atrusca* sp 1. I. Hembra adulta de *Atrusca* sp 1. J. Agalla de *Atrusca* sp 2. K. Cámara larval de *Atrusca* sp 2. L. Hembra adulta de *Atrusca* sp 2. M. Agalla de *Callirhytis* sp. N. Cámaras larvales de *Callirhytis* sp. O. Hembra adulta de *Callirhytis* sp. P. Agalla de *Disholcaspis* sp. Q. Cámara larval de *Disholcaspis* sp. R. Hembra adulta de *Disholcaspis* sp.

2.4.3 ESPECIES NO IDENTIFICADAS A NIVEL GENÉRICO

En la localidad de estudio se colectaron otros cinípidos que generan agallas en hojas, yemas y ramas, de las que no se logró obtener adultos para verificar su pertenencia a un género con seguridad, por lo cual solo se reporta la morfología de la agalla y su posible asociación con un género de avispa causante.

Morfotipo 1

Esta agalla se desarrolló sobre la vena principal del envés de la hoja, en grupos de 10-20 (Figura 4A). Cada una de éstas mide de 6x3 mm, presenta un aspecto de capullo floral, es de color amarillo-anaranjado con puntos blancos de textura suave por la presencia de una capa aceitosa (Figura 4B). La cámara larval es esférica mide 0.7 mm de diámetro, rodeada por tejido succulento.

Una vez que las agallas maduraron se tornaron cafés oscuras y de consistencia dura; se desprendieron fácilmente de la hoja, una vez maduras. Para finales de octubre y principios de noviembre las agallas están totalmente desarrolladas, momento en el cual las hojas caen del árbol por lo que su ciclo en el suelo, donde la capa de hojarasca crea un microclima adecuado para ellas (Stone *et al.* 2002). Estas agallas se desarrollan sobre el envés de la hoja de *Q*.

liebmanii. Es posible por su aspecto pertenezcan al género *Phylloteras*. (= *Xystotheras*); agallas parecidas han sido mencionadas recientemente en Zacatecas (Pujade-Villar *et al.* 2012b).

Morfotipo 2

Esta agalla, es esférica, de 7-9 mm de diámetro, de consistencia sólida al tacto, crece directamente sobre este tejido meristemático o sobre yemas terminales de las ramas (Figura 4C).

No presenta un tejido succulento como tal, pero sí fibroso-acuoso por la alta cantidad de lignina, donde se forma la cámara larval que mide 2x2 mm (Figura 4D). Aparecieron en agosto y posiblemente emergen en diciembre o enero, ya que se obtuvimos pupas en el mes de noviembre, no se lograron los adultos.

Los hospederos de la avispa que forma esta agalla fueron: *Q. laeta*, *Q. microphylla* y *Q. splendens*. Por su aspecto y los reportes que mencionan Stone & Schönrogge (2003) es probable que correspondan al género *Andricus*.

Morfotipo 3

Este tipo de agalla se desarrolla en el envés y el haz de las hojas. Es semi esférica, aplanada en la zona de inserción en la vena primaria o en la ramilla. La agalla mide 9x7 mm en promedio, es de color amarillo ocre (Figura 4E); en etapas iniciales de su desarrollo tiene tintes rojizos y al final este color se restringe a la parte inferior que rodea la cámara. Es multilocular, con 2-5 cámaras larvales de 1x 2.5m, de consistencia dura, lignificada (Figura 4F).

Se colectaron sobre *Q. laeta*. Las agallas en desarrollo fueron obvias en noviembre, en ese mes aun se existen larvas dentro de las cámaras, por lo cual es posible que la avispa no alcance su madurez hasta la primavera, y que concluya su ciclo en el suelo bajo la hojarasca, ya que este encino es caducifolio y pierde sus hojas durante invierno.

Por el tipo de agalla pubescente y de acuerdo a las descripciones de Stone & Schönrogge (2003) es probable que correspondan al género *Andricus*.

Morfotipo 4

Esta agalla (Figura 4G) globosa, presenta un diámetro de 2.5-3.0 cm, se sobre las ramillas de crecimiento de la estación, es multilocular. Las cámaras están recubiertas por un tejido de aterciopelado, de color blanco al centro pero

al exterior de color rojizo, con pelos contortos largos sin ser quebradizos y firmemente adheridos a la pared de la cámara; la pubescencia se encuentra también entre las cámaras larvales, en espaciamientos de 0.5-2.5 mm. Las cámaras larvales son ovaladas e independientes unas de otras, miden 1.5 x 1.0 mm., lignificadas. Se contabilizaron entre 20-26 cámaras larvales por cada conjunto.

Solo han sido colectadas sobre *Q. laeta*. Aparecen en Octubre; es probable que su ciclo biológico fuese relativamente corto, ya que en diciembre cuando se volvieron a revisar ya habían emergido los adultos antes de que cayeran las últimas hojas esta especie de encino. Agallas parecidas han sido colectadas en Zacatecas; los adultos que se obtuvieron pertenecen al género *Andricus* (JP-V, datos no publicados).

Morfotipo 5

Es una agalla de tipo tumoral que se localiza en las ramillas del crecimiento de la estación anterior, por lo que tarda al menos 1 año en alcanzar su crecimiento completo. Las ramillas donde se desarrolló tuvieron un grosor de 0.8-1.1cm de diámetro. Son de carácter amorfo, sin forma definida, únicamente alargada a lo largo de la ramilla, de grosor considerable que va de 1.5-8 cm. en la parte más ancha. Es multilocular con cámaras ovoides

dispersas en toda la agalla, que miden entre 2.5 x 2.3 mm, el interior de estas es de color blanco (Figura 4H).

Las agallas se encontraron únicamente sobre *Q. acutifolia* estuvieron abandonadas por la avispa inductora. Varias ramas con agallas se cubrieron dentro de unas bolsas de tricot y a finales de octubre se obtuvieron ejemplares adultos del género *Synergus*, una avispa incapaz de generar su propia agalla, pero que puede aprovechar las que otras han realizado.

En México (Melika *et al.*, 2009), *Andricus quercuslaurinus* genera agallas similares con generaciones agámicas en ramas de *Q. laurina* por lo que la especie encontrada aquí posiblemente pertenezca al género *Andricus*.

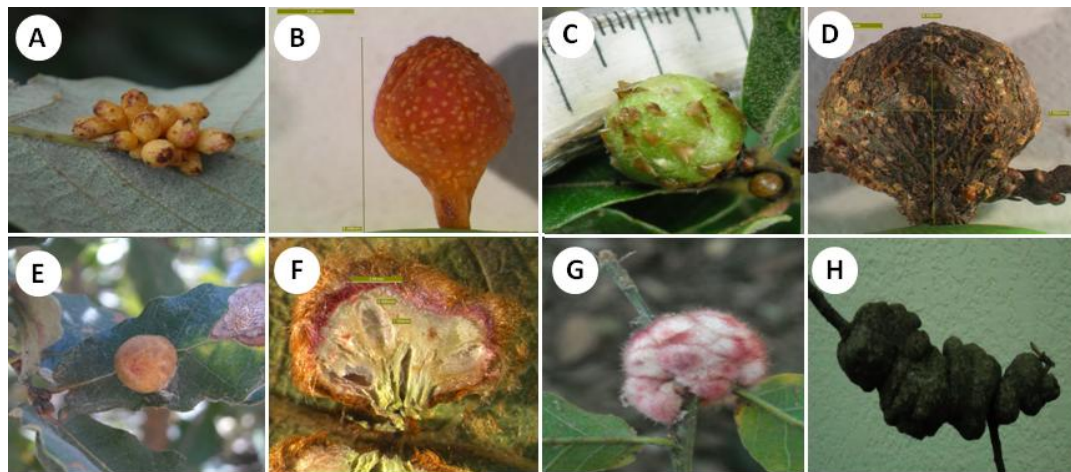


Figura 4. **A:** Aspecto general de las agallas de las que no se han obtenido adultos. Morfotipo 1, posiblemente pertenecientes a *Phylloteras* (=Xystoteras); **B:** detalle de la anterior; **C:** Agalla joven Morfotipo 2 probablemente de *Andricus*; **D:** detalle de agalla madura Morfotipo 2; **E:** aspecto general Morfotipo 3 posiblemente de *Andricus*; **F:** corte longitudinal Morfotipo 3; **G:** agalla Morfotipo 4 de *Andricus* sp; **H:** agalla tumoral Mofotipo 5 posiblemente de *Andricus*.

Cuadro 2. Ciclo biológico de las diferentes especies de Cinípidos, la mayoría de las agallas aparecieron en Junio y los adultos emergieron en diciembre.

Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Amphibolis hidalgoensis</i>	X	X	X	X	X							
<i>Andricus georgei</i>									X	X	X	X
<i>Kinseyella lapiei</i> (Kieffer)					X	X	X	X	X			
<i>Andricus sp. 1</i>								X	X	X	X	
<i>Andricus sp. 2</i>	X									X	X	X
<i>Atrusca sp. 1</i>						X	X	X	X	X	X	X
<i>Atrusca sp. 2</i>						X	X	X	X	X	X	
<i>Callirhytis sp.</i>	X									X	X	X
<i>Disholcaspis sp.</i>						X	X	X	X	X	X	X

Finalmente las especies identificadas en la zona de estudio fueron: *Amphibolips hidalgoensis*, *Andricus georgei*, y *Kinseyella lapiei*, mientras que a nivel género fueron *Andricus*, *Atrusca*, *Callirhytis* y *Disholcaspis* y aun se trabaja en su identificación de las especies.

El género más diverso fue *Andricus* con 6 especies posibles. Las agallas más comunes en el sitio pertenecieron a *K. lapiei* y *Atrusca sp. 2* ambas también con el mayor número de hospederos.

Después de los datos aquí expuestos, y de un año de colectas, los autores consideran que un seguimiento de la zona de estudio es necesario para intentar cerrar ciclos de las especies colectadas y para obtener adultos de los morfotipos únicamente conocidos a partir de las agallas. Estos objetivos son

abarcables en un futuro próximo debido a la baja diversidad encontrada en dicha zona,

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Frank Carlos Camacho Director General del parque AFRICAM por las facilidades otorgadas en la realización de este estudio; a la Biol. Eneida Villavicencio Enríquez, Don Agustín Méndez Barrales y Don Constantino Zenteno Andrade, integrantes del Jardín Botánico “Louise Wardle Camacho” por su apoyo en la fase de campo.

2.5 LITERATURA CITADA

Agenda Hidalguense. (2012). Los tres niveles de gobierno listos para el arranque de la campaña contra la avispa agalladora. <http://agendahidalguense.com/2012/03/20/los-tres-niveles-de-gobierno-listos-para-el-arranque-de-la-campana-contra-la-avispa-agalladora/>. Consultado 16 de Noviembre de 2012.

Cornell, H.V., 1983. The secondary chemistry and complex morphology of galls formed the Cynipidae (Hymenoptera): Why and How. *American Madland Naturalist*, 110 (1): 225-234.

Folliot, R., 1964. Contribution à l'étude de la biologie des cynipides gallicoles (Hymenoptera, Cynipoidea). *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, 12(6): 407-564.

Keator, G. (1998). The life of an oak. An intimate portrait. California Oak Foundation. Heyday Books. p 84-97.

Little, R., Swiecki, T.J. & Tietje, W. (2001). Oak woodland invertebrates. The little things count. University of California, Agriculture and Natural Resources. Publicación 21598. p 8, 9.

Melika, G., Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llenderal, V.D., Tormos, J., & Pujade-Villar, J. (2009). New species of oak gallwasp from Mexico (Hymenoptera:

Cynipidae: Cynipini) –a serious pest of *Quercus laurina* (Fagaceae). *Dugesiana*, 16(2): 67-73.

Melika, G., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llenderal V. D. & Pujade-Villar, J. (2011). New *Amphibolips* gallwasp species from Mexico (Hymenoptera: Cynipidae). *Zootaxa*, 3105: 47-59.

Nieves-Aldrey, J.N., Pascual, E., Maldonado-López, Y., Medianero, E. & Oyama, A. (2012). Revision of the *Amphibolips* species of Mexico excluding the "niger complex" Kinsey (Hymenoptera: Cynipidae), with description of seven new species. *Zootaxa*, 3545: 1-40.

Pujade-Villar, J., Bellido, D. Segú, G. & Melika, G. (2001). Current state of knowledge of heterogony in Cynipidae (Hymenoptera, Cynipoidea). *Sessió Conjunta d'Entomologia de la ICHN-SCL*, 11(1999): 87-107.

Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G. & Chagoyán-García, C. (2009). Estado del conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: Perspectivas de Estudio. *Neotropical Entomology*, 38(6):809-821.

Pujade-Villar, J., Romero-Rangel, S., Chagoyán-García, C., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G. & Melika, G. (2010). A new genus of oak gallwasps, *Kinseyella* Pujade-Villar & Melika, with a description of a new species from Mexico (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Zootaxa*, 2335:16-28.

Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G., Serrano-Muñoz, M. & 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 Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49: 27-32.

Pujade-Villar, Cibrián-Tovar, D., Cibrián-Llanderal, V.D., Ramírez-Santamaría, L., Serrano-Muñoz, M., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G., Lomeli-Flores, J.R. & Melika, G. (2012a). New records and hosts of *Kinseyella* Pujade-Villar & Melika from Mexico, with redescription of *K. lapiei* (Hymenoptera: Cynipide: Cynipini). *Dugesiana*, 19(1): 13-19.

Pujade-Villar, J., Cabral-Gamboa, O., Treto-Pereyra, R., Landa-Orozco, L.G. & Carrillo-Sánchez, C. (2012b). Primeros datos sobre las agallas de encinos producidas por cinípidos (Hym., Cynipidae) colectadas 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., Lomeli-Flores, J.R., Serrano-Muñoz, M., Cabral, O., Treto, R., Landa, L., Carrillo, C., Cibrián-Tovar, D. & Cibrián-Llanderal, V. (2012c). Aportaciones de 2010-2011 en el conocimiento de los Cynipidae mexicanos (Hym., Cynipidae, Cynipini) y perspectivas futuras. *Sociedad Mexicana de Entomología*, 11(2): 1057-1062.

- Stone, N. G., Schönrogge, K., Atkinson, R.J., Bellido, D. & Pujade-Villar, J. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review Entomology*, 47: 633-668.
- Stone, N. G. & Schönrogge, K. (2003). The adaptive significance of insect gall Morphology. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(10): 512-522.
- Swiecki, J. T. & Bernhardt A. E. (2008). A field guide to insects and diseases of California Oaks. General Technical Report PSW-GTR-197. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 151p. (26-31p).
- Taper, M.L. & Case, T.J. (1987). Interactions between oak tannins and parasite structure: unexpected benefits of tannins to gall-wasp. *Oecologia*, 71: 254-261.
- Valencia, A. S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75:33-53.

3. Aspectos biológicos y características de infestación de *Curculio mexicanus* Gibson (COLEOPTERA: *Curculionidae*) sobre *Quercus* spp.

Biological aspects and features of infestation of *Curculio mexicanus* Gibson (Coleoptera: Cuculionidae) on *Quercus* spp.

Lilia Ramírez-Santamaría¹

David Cibrián-Tovar^{2†}

3.1 RESUMEN

Este trabajo se realizó en la zona de Tecali de Herrera, Puebla, México; se estudió a *Curculio mexicanus* Gibson, un picudo de las bellotas que se alimenta y oviposita dentro de éstas, causando un impacto considerable en la viabilidad de los frutos. Durante un año se registró la época de emergencia de adultos, el comportamiento de oviposición, el nivel de infestación y la presencia de instares larvales. Se encontró que *C. mexicanus* tiene un ciclo de vida univoltino, los adultos aparecen a la mitad de primavera y desaparecen a finales de otoño; *C. mexicanus* infestó los frutos de las especies de encino *Quercus acutifolia* Née, *Q. mexicana* Bonpl., *Q. glaucoides* Mart. & Gal., *Q. laeta* Liebm., *Q. liebmannii* Oerst., *Q. microphylla* Née, *Q. splendens* Née y *Q. subspathulata* Trel.; los porcentajes de infestación en algunas especies de encinos blancos alcanzaron hasta 80% a diferencia de encinos rojos que llegaron al 37%. *C. mexicanus* pasó por tres instares larvales, que se desarrollaron en un lapso de 20 a 35 días; luego, las larvas maduras emergieron de la bellota y se enterraron en el suelo para sobrevivir el invierno y pasar al estado de pupa.

Palabras clave:

Curculio longinasus, *Quercus laeta*, *Quercus liebmannii*, *Quercus acutifolia*, *Quercus mexicana*.

ABSTRACT

In this work, which was performed in Tecali de Herrera, Puebla, Mexico, the *Curculio mexicanus* Gibson, a weevil that eats acorns and lays its eggs inside them, causing a significant impact on the viability of the fruits, was studied. The time of adult emergence, oviposition behavior, infestation level, and the presence of larval instars of this weevil was recorded for a year. It was found that it has a univoltine life cycle, that adults appear in the middle of spring and late fall; also *C. mexicanus* infested fruit species of oak, *Quercus acutifolia* Née, *Q. mexicana* Bonpl., *Q. glaucoides* Mart. & Gal., *Q. laeta* Liebm., *Q. liebmannii* Oerst., *Q. microphylla* Née, *Q. splendens* Née y *Q. subspathulata* Trel., the percentages of infestation in some species of white oaks amounted to 80%, as opposed to red oaks that only reached 37%. Also, the number of larval instars of *C. mexicanus* was three, in a span from 20 to 35 days, before it emerged of an acorn and buried on the ground to survive the winter and move to the pupal stage.

Keys Words: *Curculio longinasus*, *Quercus laeta*, *Quercus liebmannii*, *Quercus acutifolia*, *Quercus mexicana*.

¹ Tesista

² Director

3.2 INTRODUCCIÓN

Los encinos son elementos clave en los ecosistemas forestales donde se desarrollan, ya que otorgan servicios ambientales tales como la captura de carbono, captación de agua, formación de suelo fértil y formación de suelo fértil entre otros. Para ello es importante que prosperen y se mantengan en sus sitios originales; por lo cual sus bellotas son esenciales para su continuidad en el tiempo (Valencia, 2002). Cada año una gran cantidad de las bellotas son destruidas por insectos, entre éstas están las especies de picudos de los géneros *Curculio* y *Conotrachelus*, las palomillas de la bellotas *Valentinia*, *Melissopus*, y *Cydia* y algunas avispas agalladoras de bellotas (Gibson 1964, Gibson 1972, Galford 1986, Galford, Peacock y Wright, 1988 y Díaz-Fleischer, Hernández-Arellano, Sánchez-Velásquez, Cano-Medina, Cervantes-Alday, López-Ortega, 2010). Estos insectos pueden afectar la tasa de reclutamiento de los encinos, al reducir la viabilidad de bellotas sanas; este daño, sumado al causado por animales vertebrados, tales como aves, roedores y venados pueden hacer que se pierda hasta el 100% de la cosecha (Crawley y Long 1995). En ocasiones los picudos del género *Curculio*, pueden llegar a destruir el 50% de la cosecha; aunque en años de baja producción pueden destruir hasta el 100% (Gibson 1971, Galford, *et al.*, 1988). Cuando los huevos de *Curculio* son ovipositados por las hembras dentro de las bellotas, éstas son deformadas,

las larvas ocasionan los daños más graves antes de dejar la bellota y enterrarse para entrar en diapausa, aumentando la vulnerabilidad de las bellotas ante hongos patogénicos, ya que por el orificio de salida de la larva pueden penetrar esporas de hongos (Lewis, 1992; Espelta, Bonal y Sánchez-Humanes, 2009). La infestación por *Curculio* reduce las posibilidades de que el embrión sobreviva, por lo cual algunas de las especies de este género se han llegado a clasificar como plagas (Galford, Auchmoody, Smith y Walters, 1991; Cibrián-Tovar, Méndez-Montiel, Campos-Bolaños, Yates-H y Flores-Lomelí, 1995; Díaz-Fleischer *et al.* 2010). Para disminuir el impacto de la infestación los encinos han desarrollado dos estrategias, la primera es a través de una producción abundante de bellotas y la segunda es con la producción de bellotas grandes. Ambas representan maneras efectivas de satisfacer de alimento a los picudos; sin embargo, pueden tener un efecto negativo si ambas estrategias se dan en un mismo árbol (Bonal, Muñoz y Díaz 2007). La diversidad del género *Curculio* en México comprende 22 especies conocidas (Gibson, 1977, Jones y Luna, 2007), pero varios investigadores especulan que podrían ser más, ya que la diversidad de encinos en México es de al menos 161 especies (Valencia, 2004).

Curculio mexicanus, es una especie descrita por Gibson (1977), este autor describió que su primer registro provino de recolectas realizadas en Nayarit en 1965, de bellotas de *Quercus magnoliifolia* Née, el mismo indica que la especie se encuentra de Durango hasta Chiapas. Jones y Luna-Cozar,

(2007) la recolectaron en Querétaro. La información sobre biología y daños no se conoce en la literatura; por ello, al identificar que esta especie es la principal consumidora de bellotas en los encinares de la región de estudio, se propuso como objetivo el conocer algunos aspectos biológicos de *Curculio mexicanus*, tales como: ciclo biológico, comportamiento de oviposición, número de instares larvales y el nivel de infestación sobre las diferentes especies de encino en la zona de Tecali de Herrera, Puebla.

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una superficie de 26.1 Ha de bosque abierto de *Quercus-Juniperus* ubicado en el parque “AFRICAM”, una propiedad privada en el municipio de Tecali de Herrera, Puebla (UTM 591349 X y 2094241 Y). La densidad del arbolado en los encinares varía de 20 a 500 individuos por hectárea; es una comarca seca por sus lluvias de temporal (Mayo a Septiembre), con precipitaciones pluviales promedio de 500-700 mm anuales. El clima pertenece a los C(w1)(w)(i)g (templados secos) presentando una temperatura media anual de 12°C a 18°C. La temperatura en los meses más cálidos varía entre 5°C y 30°C y en los más fríos de -3°C a 18°C. En este predio ocurren 8 especies de encinos, las cuales son *Quercus acutifolia* Née, *Q. mexicana* Bonpl., (pertenecientes a la sección *Lobatae* o rojos), *Q. glaucoides* Mart. & Gal., *Q. laeta* Liebm., *Q. liebmanii* Oerst., *Q. microphylla* Née, *Q.*

splendens Née y *Q. subspathulata* Trel., (pertenecientes a la sección *Quercus* o blancos). El encinar arbóreo tuvo una altura media de 6.5 m con extremos de 5-8m; el encinar arbustivo tuvo una altura media de 2m con extremos de 1-3m.

El estudio se inició en julio de 2011 y finalizó en agosto de 2012, por lo que se tuvieron dos temporadas de cosecha de bellotas. Durante este periodo, cada quince días, se realizaron recorridos en la zona para seguir el ciclo biológico de *C. mexicanus*, registrando a su vez la fenología de los encinos. Los adultos se recolectaron sobre los árboles que tuvieron bellotas desarrolladas, pero aún verdes (fase de predispersión). Se utilizó el método de golpeteo de ramas, para ello, bajo de estas se colocó una tela blanca, con un mazo de hule se dieron golpes a las ramas, los insectos al sentir los golpes en las ramas se dejaron caer, ya que tiene el hábito defensivo de fingirse muertos. Una vez sobre la tela se recolectaron manualmente y se preservaron en frascos con alcohol al 70% para ser trasladados al laboratorio para su montaje e identificación. Una parte de esta recolecta se conservó en el laboratorio de Parasitología de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo y la otra parte en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, donde se llevó a cabo la identificación a nivel de especie en los ejemplares adultos.

Gibson (1977) describió a *C. mexicanus*; a continuación se presentan algunas de las características más sobresalientes según este autor; los adultos tienen el cuerpo dorsalmente elongado-ovoide, y lateralmente elongado-cuadrado; de una longitud que oscila de 6.0-7.4 mm y una anchura de 2.6-3.3 mm; cuerpo, antenas y rostrum de color bronceado rojizo a rojo; estrías de las élitros marcadas, alargadas y ovoides; una capa densa de setas cortas y rígidas, varía de color bronceado a marrón; generalmente con manchas marrones sobre los élitros. Dientes femorales frontales pequeños; Élitros largos ovados-acuminados. Escutelo pequeño, casi tan largo como la depresión escutelar. División mesosternal intercoxal no prominente. El pigidio se extiende hasta el ápice de los élitros, los machos y las hembras lo tienen densamente cubierto por pelos largos marrones que se extienden más allá de los élitros. El edeago tiene un lóbulo medio largo, 6 veces más largo que ancho, los lados están paralelos hasta cerca del ápice, suavemente arqueado cercano a la punta, la cual se curva abruptamente, ápice trilobado, área dorsal membranosa (Figura 1A-B) (Gibson, 1977).

En 2011, para determinar el nivel de infestación en cada especie de encino se recolectaron 500 bellotas, con excepción de *Q. liebmanni* y *Q. microphylla*, de las cuales solo se lograron obtener 300 para cada una de ellas. Esta recolecta se realizó de acuerdo al calendario fenológico de las especies hospedantes.

En 2012 y con los objetivos de determinar tasa de infestación y ciclo biológico se recolectaron de nueva cuenta 500 bellotas de cada especie de encino, solo que dicha recolecta se realizó paulatinamente y de acuerdo a la fenología de cada especie de encino; en el Cuadro 1 se resumen las acciones de recolecta realizadas en ambos años. , los criterios para recolectar fueron que las bellotas se escogieran al azar y que estuvieran maduras, pero aún adheridas (fase de predispersión). Al igual que en 2011, de *Q. liebmanii* y *Q. microphylla*, solo se colectaron 300 bellotas de cada una, debido a que en el predio solo se localizaron 3 árboles con bellotas de estas especies. Los frutos fueron recolectados de las ramas de los árboles, se colocaron en bolsas de polipapel abiertas y se mantuvieron a temperatura ambiente para evitar la proliferación de hongos; los frutos de encinos blancos se humedecieron dos veces por semana para evitar la pérdida de turgencia; en el caso de los encinos rojos no fue necesario ya que su pericarpio es grueso y no existe tal pérdida de turgencia.

Cuadro 1. Fenología de encinos (fase de predispersión). Colecta de bellotas.

Especie	Sección	Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Q. acutifolia</i>	Lobatae									X	X	X	
<i>Q. mexicana</i>	Lobatae								X	X	X		
<i>Q. glaucoides</i>	Quercus							X	X	X			
<i>Q. laeta</i>	Quercus						X	X	X				
<i>Q. liebmanii</i>	Quercus						X	X					
<i>Q. microphylla</i>	Quercus						X	X	X				
<i>Q. splendens</i>	Quercus								X	X			
<i>Q. subspathulata</i>	Quercus							X	X				

A partir de la fecha en cada especie de encino estuvo con bellotas maduras, se recolectaron 50 bellotas por semana, las cuales fueron llevadas al laboratorio para ser disectadas y registrar las siguientes variables: comportamiento de alimentación de adultos, sitio de oviposición, hábitos de alimentación de las larvas; número de larvas por bellota y obtención de instares larvales. El mes de inicio de registro de datos varió de acuerdo a especies de encino, ya que los encinos blancos fructificaron de junio a agosto y los rojos de agosto a noviembre.

Al conocer que estos insectos se entierran en el suelo como larvas maduras y pasan el estado de pupa dentro de él y con el fin de determinar la emergencia de nuevos adultos, a principios del mes de agosto del 2011, en el

suelo del bosque se enterró un bote de 60 litros, hasta dejarlo a nivel se rellenó con suelo del mismo sitio; en este bote se colocaron aproximadamente 1000 bellotas infestadas para que la larva al emerger se enterrara, esta labor se realizó en un lapso de 60 días, de agosto a septiembre; el recipiente se cubrió con lona y luego con malla mosquitera de alambre. A partir de mayo de 2012 se hicieron revisiones quincenales para detectar nuevos adultos, esta inspección se concluyó en septiembre de 2012.

3.3.1 Análisis de datos

Para comparar los niveles de infestación de las bellotas de las diferentes especies de encino dentro del predio, en los dos periodos, 2011 y 2012, se determinaron intervalos de confianza de la diferencia de los niveles de infestación, con un nivel de confianza del 95%.

Para estimar el número de instares de *Curculio mexicanus* se realizó un Análisis de Conglomerados Jerárquico basándose en la amplitud y longitud de las cabezas (cápsula cefálica), (Castellanos y Olguin, 2001), las mediciones se realizaron en la base de la sutura epicraneal que tiene forma de Y invertida; el ancho se midió justo en medio de esta sutura, visto desde la vista dorsal; la longitud se concibió como la distancia desde la base de la sutura coronal hasta iniciar el aparato bucal (Figura 1C) Dichas mediciones, en mm con fracciones a

micrómetros, se realizaron con un microscopio estereoscópico Leica M80 y una cámara modelo DFC295 de la misma marca, mediante el software Leica Application Suite UV3. El Análisis de Conglomerados Jerárquico es un método del análisis multivariado diseñado para revelar las agrupaciones naturales (conglomerados o clusters) dentro de un conjunto de datos que no sería de otra manera evidente y que se basa en la suposición de que los datos fueron generados por una mezcla de distribuciones de probabilidad. La función mclust de S-Plus V 6.1, 2001 contiene el procedimiento. Este procedimiento obtiene la mejor clasificación para cada número posible de grupos y reporta un criterio de ajuste para cada uno de estos números de grupos k , al que le denomina $AWE(k)$ (criterio aproximado de evidencia para k clusters). Este valor está en función del factor de Bages que se obtiene de los modelos con sólo un grupo y k grupos. Para seleccionar el número de grupos, este criterio se debe seleccionar aquel valor que maximiza $AWE(k)$. Como AWE es un estadístico, es decir, su valor depende de la muestra, se debe tener cierto cuidado en seleccionar el número de clusters.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ocho especies de encinos encontradas en la zona de estudio tuvieron el ataque del picudo de bellota *Curculio mexicanus*, adicionalmente se identificó al picudo *C. longinasus* Chittenden en *Q. laeta* y *Q. glaucoides* y a una

especie no identificada del género *Curculio* en *Q. mexicana*. *C. mexicanus* se separa de *C. longinasus* porque el rostrum es más delgado y cambian los patrones de color, además que los ejemplares son más grandes, la longitud del cuerpo va de 5.5 a 8.0mm con un ancho de 2.6-3.8mm; el edeago tiene un lóbulo medio largo 5-6 veces más largo que ancho, lados sub paralelos hasta casi llegar al ápice, punta arqueada curvada hacia abajo, ápice trilobulado, con el área dorsal membranosa (Figura 1D) y tiene un más amplio rango de distribución, abarcando desde el este de Texas hasta el sur de México; cabe mencionar que esta fue la especie menos abundante en la zona de estudio, ya que solo se lograron recolectar 8 adultos durante tiempo de la investigación. *Curculio* sp. es de menor tamaño que las otras dos, con 4-5.5mm de longitud, de forma globosa y más corta que las dos especies anteriores aunque la coloración es muy parecida a la de *C. mexicanus*, su edeago no coincidió con ninguna especie descrita anteriormente (Figura 1E-F) se muestran características de las tres especies.

3.4.1 Ciclo biológico de *C. mexicanus*.

Emergencia y hábitos de adultos

En el bote que se enterró en agosto de 2011, se tuvieron emergencias de adultos en 2012, ya que a mediados de Junio se obtuvieron 11 adultos y conforme avanzó el verano, hasta mediados de septiembre, se obtuvieron otros 14, estos adultos se recolectaron y se trató de mantenerlos vivos, pero solo sobrevivieron por pocos días en cautiverio a pesar de ser alimentados diariamente con bellotas frescas, lo anterior también sucedió con ejemplares recolectados directamente del follaje de encinos.

Por las observaciones realizadas a lo largo del tiempo de estudio se comprobó que los adultos están presentes lo largo de todo el verano y el otoño, de junio a noviembre, lo que sugiere que tienen un periodo de vida largo y una paulatina emergencia desde el suelo. Los adultos capturados y mantenidos en el laboratorio solo sobrevivieron de 5 a 7 días, pero en ese tiempo algunos lograron aparearse y algunos más lograron ovipositar en las bellotas suministradas.

Oviposición.

Se observó que en todas las especies de encinos blancos (sección *Quercus*) la oviposición de *C. mexicanus* fue en el linde de cúpula o sobre ella donde la hembra realizó un orificio para depositar el huevo, siendo más evidente cuando se quitó el pericarpio, en el interior se pudieron apreciar las punturas de alimentación y oviposición, estableciéndose cuántos huevos habían ovipositado por bellota.

El comportamiento de oviposición en las especies de *Q. acutifolia* y *Q. mexicana* (sección *Lobatae*) fue distinto ya que el *C. mexicanus* prefirió la zona distal de la bellota (punta). Por lo tanto el comportamiento de oviposición estuvo fuertemente relacionado con la madurez del fruto ya que ocurrió en la fase de pre dispersión de las bellotas, por lo cual es muy posible que los picudos se trasladaran de árbol a árbol para realizarla por lo que esta fase tiene un periodo de tiempo variable. Por esto se cree que la emergencia de los adultos está sincronizada con la maduración de las bellotas tal como lo habían mencionado anteriormente Harp y Van-Cleave (1976a y 1976b).

Huevo.

El huevo es oval, aperlado, de superficie lisa brillante, con tamaño que oscila de 0.478 x 0.637 mm. Los huevos solo requirieron de 2 a 4 días para que ocurriera la eclosión de la nueva larva.

Larva.

La larva es típica de Curculionidae, con forma de C, ápoda, cuerpo blando, blanco amarillento, con cabeza bien desarrollada (Figura 1G). La variabilidad del tiempo en cada estadio e instar larval que se mostró, dependió de la maduración del fruto de cada y entre cada especie de *Quercus*. En todo el periodo de pre dispersión y fructificación aparecieron larvas.

Generalmente la larva una vez que eclosiona del huevo, comienza a desarrollarse y su patrón de alimentación siempre fue azaroso (Figura 1H), en el caso de los encinos rojos, el mayor número de larvas se encontraban en la zona distal de la bellota o en la zona media, de ser así, las larvas siempre dirigían sus túnel de alimentación hacia la zona distal o mejor dicho el embrión.

Por otro lado las larvas de *C. mexicanus* pasaron de 20-35 días dentro de la bellota, estas diferencias podrían explicarse por la especie de hospedero en que se desarrolló como lo demostró Gibson (1964).

No se determinó el periodo de pupa ya que no se contabilizaron cuantas larvas se enterraron, por lo cual no se tuvo la certeza que el número de adultos que emergieron a finales de Mayo y principios de Septiembre hubiesen sido todos, por lo cual el periodo de duración de este estadio se estimó con respecto a los otros.

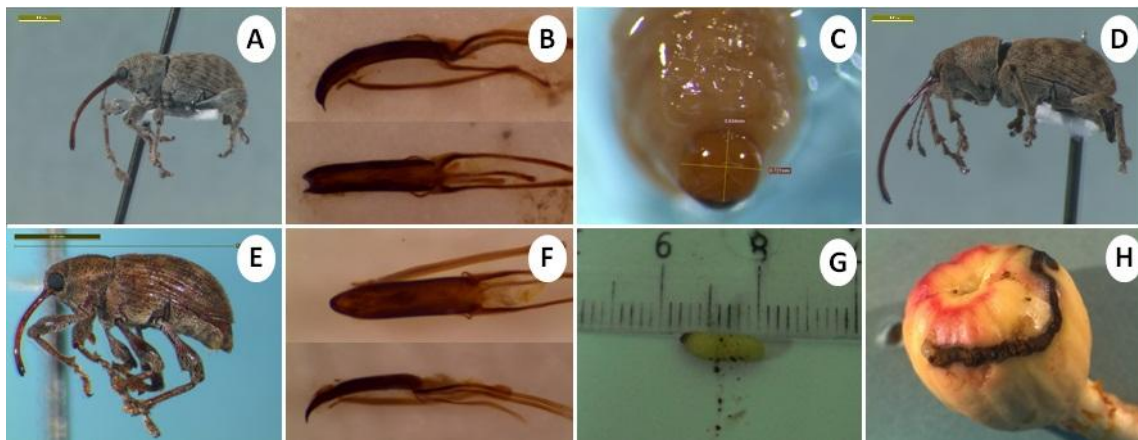
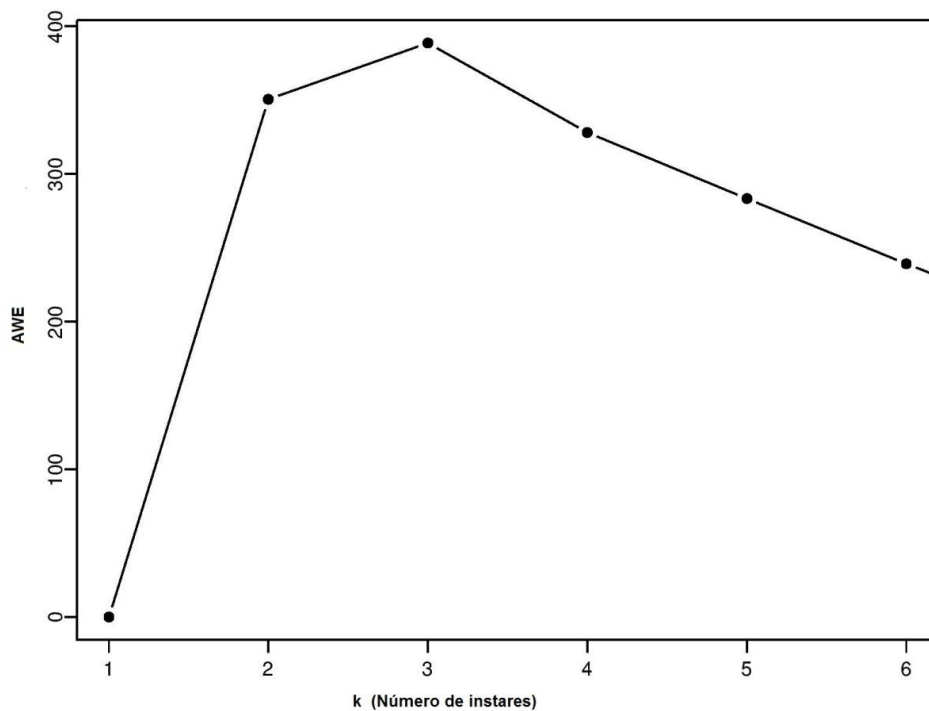


Figura 1. A. Adulto de *Curculio mexicanus*. B. Edeago de *C. mexicanus*. C. Cápula cefálica D. Adulto de *Curculio longinasus*. E. Adulto de *Curculio* sp. F. Eedeago de *Curculio* sp. G. Larva de *Curculio*. H. Alimentación de larva de *Curculio*.

Instares

En la Figura 3 se grafican los valores AWE(k) obtenidos con la función mclust de S-Plus con las mediciones de amplitud y largo de la capsula cefálica de la muestra de 316 larvas. En esta figura solamente se muestran los 6 valores de AWE(k) que corresponden a $k=1, 2, \dots, 6$, pues los restantes ($k=7, 8, \dots, 316$) son menores.



F

Figura 2. Número de instares larvales mediante el método de Conglomerados Jerárquico.

En base al criterio de seleccionar como número de grupos a aquel con el mayor valor de $AWE(k)$, se obtiene que las larvas de *C. mexicanus* pasaron por tres instares dentro del fruto antes de emerger y enterrarse en el suelo para pasar el invierno; es posible que el tipo de alimentación recibido (cantidad de nutrientes) influya en el desarrollo de diferentes géneros de insectos, aunado a las diferentes especies de encino que varían en su cantidad esto podría reflejarse en su crecimiento larval.

En la Figura 3 se muestran los 3 grupos que se obtuvieron con el método de conglomerados jerárquico; para distinguirlos se usan círculos rellenos para la fase de primer instar; triángulos para el segundo instar y círculos sin color para el tercer instar.

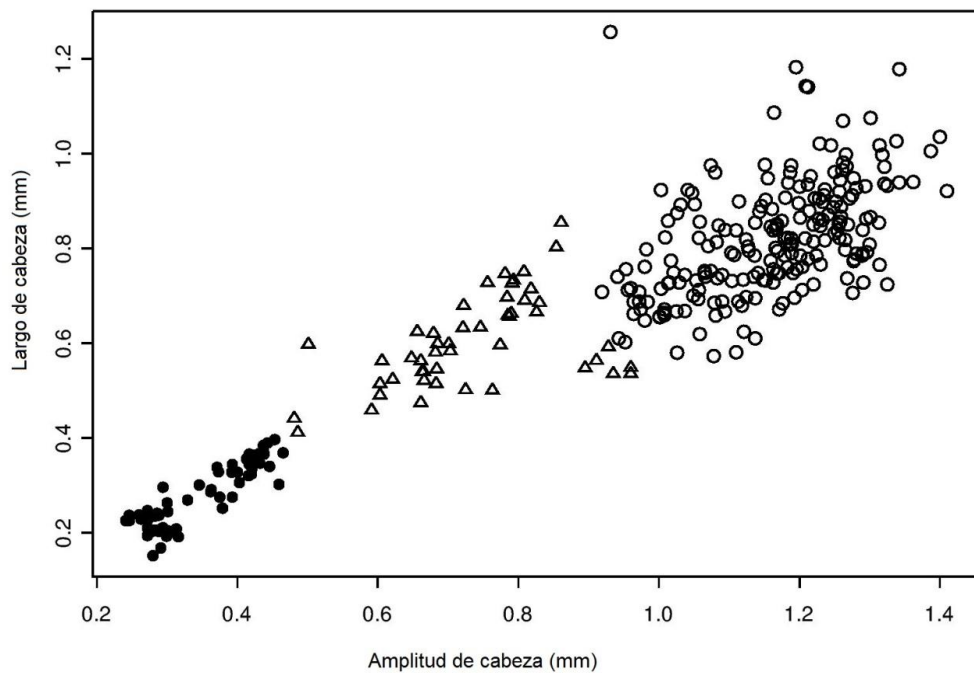


Figura 3. Instares larvales de *C. mexicanus*.

El ciclo biológico completo se muestra en la Figura 4.

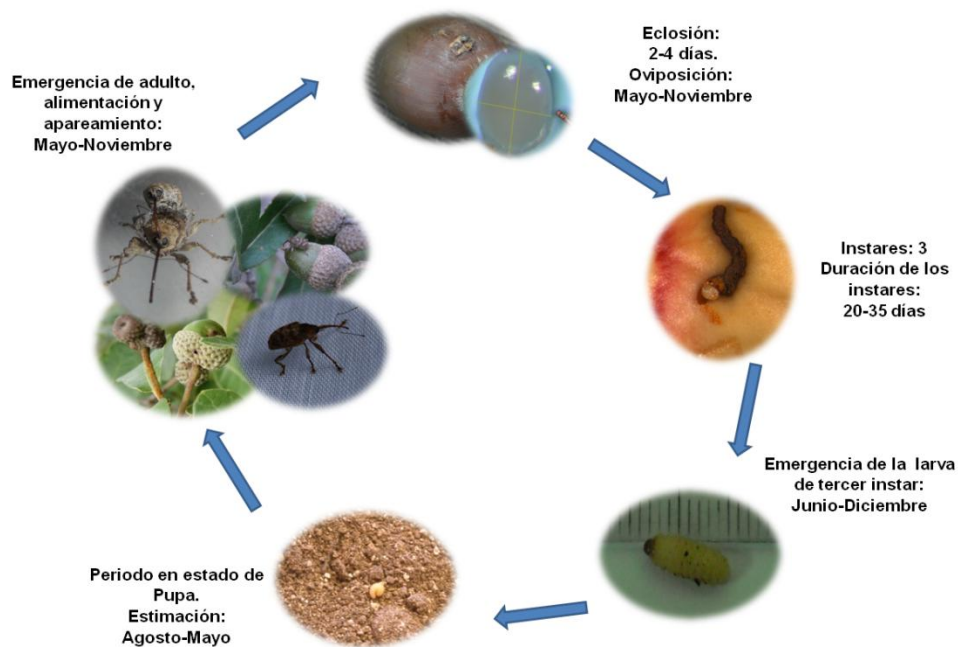


Figura 4. Ciclo biológico de *Curculio mexicanus* Gibson.

3.4.2 Grado de infestación.

En las columnas 2 y 3 del Cuadro 2 se proporcionan las estimaciones de los niveles de infestación que tuvo *C. mexicanus* en los frutos de todas las especies en los años 2011 y 2012 respectivamente, en los encinos del predio;

Cuadro 2. Niveles de infestación de *Curculio mexicanus* en diferentes especies de *Quercus*.

Especie	2011 (%)	2012 (%)	Intervalos de confianza de las diferencias
<i>Q. acutifolia</i>	12%	37%	$17.9 < d_1 < 32.1$
<i>Q. mexicana</i>	11%	21%	$3.7 < d_2 < 16.3$
<i>Q. glaucoides</i>	31%	52%	$12.7 < d_3 < 29.3$
<i>Q. laeta</i>	50%	80%	$22.2 < d_4 < 37.8$
<i>Q. liebmanii</i>	60%	70%	$1.8 < d_5 < 18.2$
<i>Q. microphylla</i>	35%	45%	$1.6 < d_6 < 18.4$
<i>Q. splendens</i>	29%	70%	$33.1 < d_7 < 48.9$
<i>Q. subspathulata</i>	33%	62%	$20.7 < d_8 < 37.3$

Nótese que los encinos blancos tienen las infestaciones más altas. En la cuarta columna del Cuadro 2, para cada especie se muestran intervalos de confianza Bonferroni (Armas y Herrera, 2008), de 95% de nivel de confianza, de la diferencia (d) del nivel de infestación entre el 2012 con el nivel de infestación en el 2011. De estos intervalos se concluye que los niveles de infestación se incrementaron en el 2012, ya que las diferencias caen dentro de los intervalos señalados. Una explicación de este fenómeno es que el 2011 fue un año de gran cosecha o año “bellotero” como se le denomina en la región; a diferencia del 2012 en el que la producción de bellotas disminuyó a casi la mitad e incluso

se registraron árboles que no produjeron ninguna. Los años “belloteros” son un proceso de “Masting” o abastecimiento que se propone como una estrategia para reducir la depredación y saciar a los insectos, aves y mamíferos tal como lo menciona Koenig y Knops (2005).

Algo que se observó dentro del comportamiento de la infestación fue la variabilidad del fenómeno de multiinfestación de bellotas en las diferentes especies de encinos blancos, donde casi siempre estuvo relacionado con el tamaño de bellota; fueron *Quercus liebmanii* y *Q. subspathulata* las cuales quienes presentaron de 2-9 larvas por fruto, estos encinos presentaron los frutos más “grandes”, el intervalo de longitud de éstos fue de 2.30-4.5 cm y de 2.9-4.1 cm respectivamente, a pesar de su tamaño hubo bellotas completamente sanas o con una sola larva. Este mismo comportamiento continuó con el resto de las especies, a excepción de la especie de *Quercus microphylla* la cual no siguió este patrón de multi- infestación ya que siempre hubo una larva por bellota, esto fue posiblemente debido a que éstas midieron de 1.2-2.0 cm de longitud considerándoselas “pequeñas”, por lo cual las larvas no tuvieron preferencia por un tamaño específico.

En el caso de las bellotas de los encinos rojos (*Q. acutifolia* y *Q. mexicana*), se consideraron de las más “pequeñas”, sus longitudes y diámetros oscilaron entre 1.3-1.7cm y 1.4-1.8cm respectivamente. En ambas especies el 98% de bellotas infestadas por el picudo solo presentaron en su interior una

larva y el 2% restante tuvieron dos larvas, cuando esto ocurrió los cotiledones y el embrión fueron consumidos en su totalidad. Estas diferencias, tanto en comportamiento de oviposición e infestación, entre las dos secciones de encinos, se explica por la cantidad de lignina en el pericarpio; en el caso de los encinos blancos, el pericarpio es suave, debido a la poca cantidad de lignina en esta capa y a pesar de tener un grosor considerable de 0.5-1.5mm, es fácilmente taladrado por las hembras además de que éstas bellotas rápidamente pierden turgencia al deshidratarse. En encinos rojos el pericarpio fue más duro debido a que la cantidad de lignina es mayor, siendo un mecanismo de defensa ante la deshidratación porque estas germinan únicamente cuando las condiciones del clima son favorables, es decir en primavera.

3.5 CONCLUSIONES.

En la zona de estudio (Tecali de Herrera, Puebla) se encontraron dos especies de Picudos de Bellotas: *C. longinasus* y *C. mexicanus*, además de otra *Curculio* sp que no se pudo identificar y se sospecha sea una especie nueva.

C. mexicanus fue la más abundante y se encontró infestando las bellotas de todas las especies de encino; su ciclo fue univoltino; a los pocos días que emergió como adulto fue capaz de infestar a los frutos, presentó tres instares en su fase larval cuando se estaban desarrollando dentro de las bellotas.

El nivel de infestación varió de un año a otro, debido a que en el 2011 se presentó el fenómeno de “masting” o abastecimiento, fenómeno en el que donde los encinos producen grandes cantidades de bellotas para lograr que un buen porcentaje de sus frutos escape a la depredación de insectos y vertebrados, no así en el 2012 donde este nivel de infestación aumentó en todas las especies.

Los encinos más afectados fueron los blancos (*Quercus*) alcanzando porcentajes hasta del 80%, pero no se vio reflejado en la germinación ya que incluso bellotas multinfestadas lograron emitir una radícula en un 90% de los casos. En el caso de los encinos rojos (*Lobatae*), el impacto fue mayor, ya que una vez dentro, la larva logró consumir más del 50% de los cotiledones, haciendo inviable al embrión y quitándole su capacidad germinativa, esto aumentó exponencialmente si se daba una infestación múltiple.

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Frank Carlos Camacho Director General del parque AFRICAM por las facilidades otorgadas; a la Biol. Eneida Villavicencio Enríquez, Agustín Méndez Barrales y Constantino Zenteno Andrade, integrantes del departamento de Jardín Botánico “Louise Wardle Camacho” por su apoyo en la fase de campo.

3.6 LITERATURA CITADA

Armas, A. y Herrera, L. (2008). Amplitud de intervalos de confianza obtenidos por Bonferroni de acuerdo al número de variables y del tamaño de la muestra en poblaciones mutinormales. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias* 49(2): 63-71.

Bonal, R., Muñoz, A. y Díaz, M. (2007). Satiation of predispersal seed predator: The importance of considering both and seed levels. *Evolutionary Ecology* 21(3):367-380.

Castellanos, P.M. y Olguín, M.M. (2000). *Determinación de instares de larvas por medio de técnicas estadísticas*. (Tesis de Licenciatura en Estadística). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. pp 8-11, 33-34 y 56.

Cibrián-Tovar D., Méndez-Montiel T. J., Campos-Bolaños, R., Yates-III H. O. y Flores-Lara J. (1995). *Insectos Forestales de México. Forest Insects of Mexico*. Ed; Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp 44 y 62.

Crawley M.J. y Long, C.R. (1995). Alternate bearing, predator satiation and seedling recruitment in *Quercus robur* L. *Journal of Ecology* 83:683-696.

Díaz-Fleischer, F., Hernández-Arellano V., Sánchez-Velásquez, L., Cano-Medina, T., Cervantes-Alday, R., López-Ortega, M. (2010). Investigación

preliminar de la depredación de semillas en germinación de bellotas de *Quercus candicans* Née. *Agrociencia* 44:83-92.

Espelta, J.M., Bonal, R. y Sánchez-Humanes, B. (2009). Pre-dispersal acorn predation in mixed oak forest: Interspecific differences are driven by interplay among seed phenology, seed size and predator size. *Journal of Ecology* 97: 1416-1423.

Galford, J. R. (1986). Primary infestation of sprouting chestnut, red, and white oak acorns by *Valentinia glandulella* (LEPIDOPTERA: BLASTOBASIDAE). *Entomological News* 97(3): 109-112.

Galford, J.R. Peacock, J. W. and Wright, S. L. (1988). *Insects and other pests affecting oak regeneration*. USDA Forest Service. Research Paper SAF 88-03. 219-225 pp.

Galford, J. R., Auchmoody, R. L., Smith, C. H. and Walters, S. R. (1991). Insects affecting establishment of northern red oak seedling in Central Pennsylvania. *En*: McCormick, Larry H and Gottschalk, K.W., eds. 8th Central Hardwood Forest Conference. Proceedings of a meeting held at the Pennsylvania State University, University Park, PA, 1991 March 3-6. General Technical Report NE-148. 271-280 pp.

Gibson, P. L. (1964). Biology and life history of acorn-infesting weevils of the genus *Conotrachelus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). *Annals of the entomological society of America* 57(5):521-526.

Gibson, P.L. (1971). Insects of Bur Oak Acorns. *Annals of the Entomological Society of America* 64(1): 232-234.

Gibson, L.P. (1972). *Insects that damage white oak acorns*. USDA Forest Service Research. Paper NE-220. 8pp.

Gibson, L.P. (1977). Monograph of the Genus *Curculio* in the New World (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), Part II. Mexico and Central America. Misc. Pub. Entomol. Soc. Amer. Pp7-9.

Harp, S.J. and Van-Cleave H.W. (1976a). Biology of the Pecan Weevil. *The Southwestern Entomologist* 1(1): 21-30.

Harp, S.J. and Van-Cleave H.W. (1976b). Evidence of diapause in the Pecan Weevil. *The Southwestern Entomologist* 1(1): 35-37.

Jones, R.W. y Luna-Carvajal, .J. (2007). Lista de especies de Curculionoidea (INSECTA: COLEOPTERA) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 23(3):59-77.

Koenig, W. D. y Knops, J. M. H. (2005). The mystery of masting in trees. *American Scientist* 93: 340-347.

Lewis, V.R. (1992). Within tree distribution of acorns infested by *Curculio occidentis* (COLEPTERA: CURCULIONIDAE) and *Cydia latiferreana* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) on the Live Oak. *Environmental Entomology* 21(5): 975-982.

S-PLUS 6 for Windows Guide to Statistics, (2001). Volume 2, Insightful Corporation, Seattle, WA. P 141-146.

Valencia-Avalos S., Gómez-Cárdenas M. y Becerra-Luna, F. (2002). *Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México*. Libro técnico no. 1. Pp 180 (3-10). INIFAP. México.

Valencia-Avalos S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53

4. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

Es necesario monitorear las diferentes especies de insectos fitófagos dentro de los bosques naturales para extraer toda la información posible sobre su biología y comportamiento, a fin de determinar umbrales mínimos de daño así como también periodos donde son más vulnerables a fin de poder controlarlos si en algún momento alcanzan el estatus de plaga como es el caso de *Curculio* y algunas avispas del género *Andricus spp.*

5. LITERATURA GENERAL CITADA

Alvarado-Rosales, D. y Saavedra-Romero, L. (2011a). La Condición de Copa como Indicador de Salud Forestal en los Bosques de México. In: Eds; Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Acuña-Soto, J.A. y Cháirez-Grijalva, M.P. *XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Realizado del 18-20 de Noviembre del 2009. Pp 2-6.

Alvarado-Rosales, D. y Saavedra-Romero, L. (2011b). Daño al Arbolado como Indicador de Salud Forestal en los Bosques de México. In: Eds; Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Acuña-Soto, J.A. y Cháirez-Grijalva, M.P. *XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Realizado del 18-20 de Noviembre del 2009. Pp 13-17.

Alvarado-Rosales, D. y Saavedra-Romero, L. (2011c). Los Residuos Maderables Caídos como Indicadores de Salud Forestal en los Bosques de México. In: Eds; Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Acuña-Soto, J.A. y Cháirez-Grijalva, M.P. *XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Realizado del 18-20 de Noviembre del 2009. Pp 18-22.

Bacon, J.R. (2003). Los Encinos: Importantes Elementos de la Biodiversidad Latinoamericana. *Ecoportal.Net*. México. Reporto n line: http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Biodiversidad. Consultado 23 de septiembre de 2012.

Borys, T; Moody, B. y Villa, C. J. (2007). Forest Health Status in North America. *The Scientific World Journal*. 7(1): 28-36.

Hernández-delaRosa, P. (2011). Diversidad Vegetal como Indicadora de la Salud Forestal a Partir del Inventario Nacional Forestal y Suelos. In: Eds; Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E., Acuña-Soto, J.A. y Cháirez-Grijalva, M.P. *XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Realizado del 18-20 de Noviembre del 2009. Pp 7-12.