

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**BARRENADORES DE LA SEMILLA DEL AGUACATE (*Persea americana*
Mill.) EN LA REGION ESTE DEL ESTADO DE HIDALGO**

ARELI ORTEGA LICONA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2016

La presente tesis titulada: **BARRENADORES DE LA SEMILLA DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN LA REGION ESTE DEL ESTADO DE HIDALGO** realizada por la alumna: **ARELI ORTEGA LICONA** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


DR. ARMANDO EQUIHUA MARTÍNEZ

ASESOR


DRA. EDITH GUADALUPE ESTRADA VENEGAS

ASESOR


DR. ÁLVARO CASTAÑEDA VILDÓZOLA

ASESOR


DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio 2016.

BARRENADORES DE LA SEMILLA DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN LA REGION ESTE DEL ESTADO DE HIDALGO

Areli Ortega Licona, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

Los curculiónidos *Heilipus lauri* y *Conotrachelus perseae* son plagas que causan daños importantes en el cultivo del aguacate en algunas regiones de México. Ambas especies no han sido estudiadas en la región este del estado de Hidalgo que incluye los municipios de Acaxochitlán y Agua Blanca, Hidalgo; Naupan, Puebla y Zacualpan, Veracruz; por esta razón, se realizó la presente investigación con el objetivo de conocer su ciclo biológico e importancia regional. Se realizó un muestreo sistemático mensual en la región de estudio durante 2014 y 2015, se tomaron muestras de frutos infestados, estos fueron trasladados al laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Postgraduados, donde se estudió el ciclo biológico para las especies encontradas con muestras de material infestado y se tomaron fotografías de los estados de desarrollo. En el caso del barrenador grande de la semilla, *Heilipus lauri* la duración de larva fue de 59.7 ± 1.62 días, la pupa de 20.01 ± 2.15 días, la duración del ciclo de larva a adulto fue de 79.66 días y la longevidad del adulto sin alimento fue de 27.83 ± 2.89 días; para *Conotrachelus perseae*, su estado larval tuvo una duración de 42.16 ± 4.64 días y la pupa de 15.35 ± 1.91 días; la duración del ciclo de larva a adulto fue de 60.39 ± 6.35 días y la longevidad del adulto sin alimento fue de 18.75 ± 2.31 días. En este estudio los picos de mayor fluctuación registrados durante el ciclo 2014-2015 fue en los meses de mayo–junio y en septiembre–noviembre para *H. lauri*; y para *C. perseae* fue en abril, septiembre–octubre y de mayo–julio. Ambos barrenadores se encuentran distribuidos en la región de estudio en el estado de Hidalgo así como en algunas localidades del estado de Puebla y Veracruz en aguacate de las variedades Hass y criollos raza mexicana; la especie dominante fue *H. lauri*, ya que se encuentra distribuida en todas las localidades de estudio. También se obtuvieron dos especies de palomillas barrenadoras de la semilla del aguacate de la familia Tortricidae en el área de estudio.

Palabras clave: *Persea americana*, barrenadores de la semilla, ciclos biológicos, daños, Hidalgo.

BORERS AVOCADO SEED (*Persea americana* Mill.) IN THE EASTERN REGION OF THE STATE OF HIDALGO

Areli Ortega Licona, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

The weevils *Heilipus lauri* and *Conotrachelus perseae* are pests that cause significant damage to the avocado crop in some regions of Mexico. Both species have not been studied in this region of the state of Hidalgo that includes the municipalities of Acaxochitlán and Agua Blanca, Hidalgo; Naupan, Puebla and Zacualpan, Veracruz; for this reason, this research was conducted with the objective to know their biological cycle and regional importance. A monthly systematic sampling was conducted in the study area during 2014 and 2015, there took samples of infected fruits (damaged fruits), these were moved to the laboratory of Forest Entomology Laboratory of the Colegio de Postgraduados, where the biological cycle was studied for species found in samples infested material and photographs of the stages of development were taken. In the case of the seed borer, *Heilipus lauri* the duration of larva was 59.7 ± 1.62 days, the pupa of 20.01 ± 2.15 days, the cycle from larva to adult was 79.66 days and longevity adult without food was of 27.83 ± 2.89 days; for *Conotrachelus perseae* the larva lived on average 42.16 ± 4.64 days, the pupa of 15.35 ± 1.91 days; the cycle from larva to adult was 60.39 ± 6.35 days and without food adult longevity was 18.75 ± 2.31 days. In this study higher fluctuation peaks recorded during the 2014-2015 was in the months of May-June and September-November for *H. lauri* and *C. perseae* was in April, September-October and May-July. Both borers are distributed in the study region of Hidalgo and in some towns in the states of Puebla and Veracruz in Hass and Mexican avocado varieties; the dominant species was *Heilipus lauri* present in all visited areas. Two species of moths Seed avocado Tortricidae family in the study area were also obtained.

Keywords: *Persea americana*, seed borers, life cycles, damage, Hidalgo.

AGRADECIMIENTOS

A todo los mexicanos que con sus impuestos junto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para realización de este trabajo.

Al colegio de Postgraduados por mi formación y aceptarme en realizar mis estudios dentro de sus instalaciones.

A los productores de aguacate que nos facilitaron la toma de muestras de sus huertos en las localidades de visitadas.

A cada uno de los integrantes de mi consejo particular al Dr. Armando Equihua Martínez, al Dr. Álvaro Castañeda Vildozola, a la Dra. Edith G. Estrada Venegas y al Dr. Julio Sánchez Escudero por su tiempo y apoyo en el desarrollo de esta investigación, por sus observaciones en la redacción y mejora de este trabajo.

Al MC. Jorge Valdez Carrasco por el apoyo brindado en la toma de las fotografías para este trabajo.

A mi familia Colpos; Sara, Enhé, Lulú, Paul, Jorge, por cada una de sus locuras y enseñanzas compartidas conmigo; por hacer más ameno este trabajo, por ayudarme a seguir subiendo la montaña aun en los momentos más difíciles, por su amistad y por cada café juntos.

A mis compañeros y amigos de trabajo por brindarme su amistad, Laura Alvany, Claudia Contreras, Lehninger Estrada, Víctor Cibrián, Jesús Gonzaga, Jesús Acuña, Isis Delgado, Jonas Romero, Manuel Jiménez y Emir Mancilla.

A cada una de las personas que me brindaron su amistad a lo largo de este proyecto, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A ti Señor por cada bendición y por cada logro en mi vida.

Dedico este trabajo especialmente a lo máspreciado que tengo y tendré en mi vida a mis hijos Adrik y Eitan y a mi esposo Luis que con su amor, cariño y paciencia me han mostrado su apoyo en cumplir mis sueños y metas; gracias por estar siempre conmigo y por ser mi familia, mi hogar; por cada momento compartido conmigo; los amo y los adoro con todo mi corazón.

Con mucho cariño a mis padres Antonio Ortega Ortega e Inocencia Liconá Moras que me han brindado su apoyo incondicional en todo momento. Siempre están en mi corazón.

A mis hermanos Oscar, Juan Carlos, Celso y Liz.

A mis abuelos Francisco, Teodora, Pascual y Juana que cada uno me enseñó el verdadero valor de la vida y la familia. Porque son mis raíces de vida.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS -----	viii
INDICE DE CUADROS -----	ix
1. INTRODUCCION -----	1
2. OBJETIVOS -----	2
2.1. General -----	2
2.2. Específicos -----	2
3. REVISION DE LITERATURA -----	2
3.1. Origen del cultivo del aguacate -----	2
3.2. Distribución del cultivo en México -----	3
3.3. Situación del cultivo en México -----	3
3.4. Plagas de importancia económica en México -----	5
3.5. Distribución de los barrenadores del aguacate de importancia económica en México ----	5
3.5.1. Posición taxonómica de <i>Conotrachelus perseae</i> y <i>Heilipus lauri</i> -----	6
3.5.2. Importancia de <i>C. perseae</i> y <i>H. lauri</i> -----	6
4. MATERIALES Y METODOS -----	7
4.1. Área de estudio -----	7
4.2. Obtención del material biológico -----	10
4.3. Obtención de datos climatológicos -----	11
4.4. Establecimiento de la cría de insectos -----	11
4.5. Identificación de las especies obtenidas -----	12
4.6. Ciclo biológico de las especies estudiadas -----	12
4.7. Distribución geográfica de <i>H. lauri</i> y <i>C. perseae</i> en el área de estudio -----	14
4.8. Determinación de preferencia de variedad de aguacate -----	14
4.9. Evaluación de daño por barrenadores -----	14

5.	RESULTADOS Y DISCUSION -----	15
5.1.	Identificación de las especies barrenadoras de semilla-----	15
5.2.	<i>Heilipus lauri</i> -----	15
5.2.1.	Ciclo biológico de <i>H. lauri</i> -----	15
5.2.2.	Fluctuación poblacional de <i>Heilipus lauri</i> -----	18
5.2.3.	Distribución geográfica de <i>H. lauri</i> -----	19
5.3.	<i>Conotrachelus perseae</i> -----	22
5.3.1.	Ciclo biológico de <i>C. perseae</i> -----	22
5.3.2.	Fluctuación poblacional de <i>Conotrachelus perseae</i> -----	24
5.3.3.	Distribución geográfica de <i>C. perseae</i> -----	26
5.4.	Comportamiento de <i>Cryptasasma perseana</i> Gilligan y Brown -----	27
5.5.	Comportamiento de palomilla Tortricidae -----	29
5.6.	Comparación de la fluctuación poblacional de <i>Heilipus lauri</i> y <i>Conotrachelus perseae</i> en el área de estudio. -----	32
5.7.	Evaluación de los daños ocasionados por los barrenadores en la región -----	33
5.7.1.	<i>Heilipus lauri</i> -----	33
5.7.2.	<i>Conotrachelus perseae</i> -----	34
5.7.3.	Preferencia de ataque por posición cardinal -----	35
6.	CONCLUSIONES -----	36
7.	LITERATURA CITADA -----	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de muestreo en la región este del estado de Hidalgo durante el ciclo 2014 y 2015.	10
Figura 2. Variedades de aguacate muestreadas en la región de estudio con daños ocasionados por insectos A) variedad Hass, B) criollo raza mexicana.	11
Figura 3. Especies de barrenadores identificados en la región de estudio A) <i>Heilipus lauri</i> Boheman, B) <i>Conotrachelus perseae</i> Barber, C) <i>Cryptaspasma perseana</i> Gilligan y Brown, D) Tortricidae.	15
Figura 4. Estados de desarrollo de <i>H. lauri</i> , A) larva, B) pupa, C) adulto vista dorsal, D) hembra (adulto), E) macho (adulto).	18
Figura 5. Fluctuación poblacional de adultos de <i>H. lauri</i>	19
Figura 6. Estados de desarrollo de <i>C. perseae</i> A) larva, B) pupa, C) hembra (adulto), D) macho (adulto).	25
Figura 7. Fluctuación poblacional de adultos de <i>C. perseae</i>	26
Figura 8. Estados de <i>Cryptaspasma perseana</i> obtenidos durante la investigación A) pupa vista ventral, B) pupa vista dorsal, C) adulto.	29
Figura 9. Emergencia de <i>Cryptaspasma perseana</i> Gilligan y Brown.	30
Figura 10. Emergencia de la palomilla Tortricidae.	30
Figura 11. Estados de desarrollo de la palomilla Tortricidae A) larva, B) cocón y pupa, C) exuvia pupal vista ventral, D) exuvia pupal vista dorsal, E) adulto.	31
Figura 12. Fluctuación poblacional de <i>Heilipus lauri</i> y <i>Conotrachelus perseae</i> en la región este del estado de Hidalgo en 2014-2015.	32
Figura 13. Tamaño de fruto atacado por barrenadores de la semilla <i>H. lauri</i> y <i>C. perseae</i> en la región de estudio.	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Situación actual del cultivo de aguacate en México de acuerdo a las variedades con mayor aportación económica (SIAP 2014a).	4
Cuadro 2. Variedades de aguacate muestreadas por localidad en la región de estudio.	9
Cuadro 3. Ciclo biológico de <i>H. lauri</i> obtenido durante el ciclo de estudio en 2014 y 2015.	17
Cuadro 4. Distribución geográfica de <i>H. lauri</i> y su hospedero en la región de estudio.....	21
Cuadro 5. Ciclo biológico de <i>C. perseae</i> obtenido durante el ciclo de estudio en 2014 y 2015....	24
Cuadro 6. Distribución geográfica de <i>C. perseae</i> y su hospedero en la región de estudio	28
Cuadro 7. Tamaño promedio del fruto susceptible al ataque de <i>H. lauri</i>	34
Cuadro 8. Tamaño promedio del fruto susceptible al ataque de <i>C. perseae</i>	34
Cuadro 9. Incidencia de daño ocasionado por los barrenadores de la semilla en la región de estudio.	35

1.INTRODUCCION

El aguacate (*Persea americana* Mill.: Lauraceae) es nativo de América; en México se tiene el registro de al menos 20 variedades botánicas de aguacate, algunas descritas taxonómicamente (Barrientos-Priego *et al.*, 2015), la mayoría de ellas tienen importancia económica y genética; dentro de las variedades mejoradas de importancia económica se encuentran el Hass, Méndez, Fuerte, Pinkerton y Colín V-33, además de las variedades nativas, el de mayor interés es el aguacate criollo o mexicano *P. americana* var. *drymifolia*. De acuerdo con SIAP (2014a) en México se reportaron \$20,715,986.37 MN como resultado de la producción y comercialización de aguacate en los principales estados productores. Sin embargo el cultivo también se encuentra bajo vigilancia fitosanitaria desde hace años, esto debido a las plagas consideradas bajo régimen legal; como el barrenador grande de la semilla (*Heilipus lauri* Boheman), los barrenadores pequeños de la semilla (*Conotrachelus perseae* Barber y *C. aguacatae* Barber), el barrenador del troncos y ramas (*Copturus aguacatae* Schoenherr) y la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate (*Stenomacra catenifer* Walsingham) (Manrique *et al.*, 2014; SAGARPA, 2002).

En la mayoría de los estados donde se cultivan grandes extensiones comerciales se realiza un manejo integrado de las plagas. En contraste, donde solo se tienen huertos de traspatio estas plagas no son controladas y por lo tanto el conocimiento del comportamiento de estas es casi nulo, en algunos estados donde se tiene presencia del cultivo, este no se reporta oficialmente ni sus plagas asociadas. En el estado de Hidalgo se ha reportado la asociación de dos especies de barrenadores en una misma localidad (Castañeda-Vildozola *et al.*, 2013), sin embargo no se ha estudiado el ciclo biológico ni se ha evaluado sus daños regionales. Debido a ello se planeó la presente investigación con los siguientes objetivos.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Estudiar los barrenadores de la semilla del aguacate que se encuentran en la región este del estado de Hidalgo.

2.2. Específicos

1. Estudiar el ciclo biológico de los barrenadores de la semilla del aguacate más importantes en la región de estudio.
2. Evaluar sus daños en el sitio de estudio.
3. Conocer la distribución de los barrenadores en la zona de estudio.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Origen del cultivo del aguacate

El aguacate (*Persea americana* Mill.) pertenece a la familia Lauraceae, incluida dentro del grupo de las angiospermas más antiguas (Galindo-Tovar y Arzate-Fernández, 1999; Galindo-Tovar *et al.*, 2008); que junto con la canela, el laurel, y el alcanfor, se consideran de las más importantes debido a su utilización culinaria y medicinal en el mundo (Storey *et al.*, 1986).

El aguacate es originario de América (Barrientos-Priego y López-López, 1984); se distribuye desde el centro de México hasta Guatemala, región determinada como Mesoamérica, también se encuentra en la región antillana (El salvador, Nicaragua y Costa Rica) (Barrientos-Priego *et al.*, 2015; Ebeling, 1959; Scora y Bergh, 1992) y actualmente se ha dispersado a muchas regiones del mundo. Los registros más antiguos relacionados al cultivo del aguacate, se asocian con semillas fósiles encontradas en el centro de México de 80,000 años de antigüedad (Bernal y Díaz, 2005).

Esto indica que la domesticación del cultivo se inició antes de la llegada de los españoles a México (Popenoe, 1919; Smith, 1997); principalmente en regiones de México donde se ha

registrado variedades locales mexicanas, aunque en algunas de ellas han sido sustituidas por variedades mejoradas; esta gran adaptación del cultivo se debe a las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo y producción.

En México se tiene el registro de al menos 20 variedades botánicas de aguacate, algunas descritas taxonómicamente (Barrientos-Priego *et al.*, 2015); de algunas de ellas se ha realizado mejoramiento genético, dando origen a variedades comerciales tales como Fuerte, Hass, Colín V-33, solo por mencionar algunas como las variedades de importancia económica, sin embargo no se descartan las variedades criollas que también juegan un papel fundamental en la mejora genética de esta especie frutal.

3.2. Distribución del cultivo en México

En México el cultivo se encuentra distribuido principalmente en las región Mesoamericana; de acuerdo con Kirchhoff (1960), esta se encuentra principalmente al norte delimitada entre el río Pánuco y Sinaloa en México y al sur por la línea fronteriza de Guatemala y el Salvador; sin embargo en el territorio Mexicano el aguacate se encuentra distribuido en la mayoría de los estados; en algunos establecido para la explotación comercial a mayor escala y en otros en huertos de traspatio (SIAP, 2014a).

3.3. Situación del cultivo en México

A lo largo de los años el aguacate se ha establecido en distintas regiones del mundo; en México el cultivo se encuentra distribuido casi en todo el país; la aportación anual del cultivo es de \$20,715,986.37 MN (SIAP, 2014a); se tienen algunos estados que destacan a nivel internacional por su producción, dentro de estos se encuentra el estado de Michoacán como el principal productor de aguacate con 1,219,553.58 toneladas (t) anuales; seguido de Jalisco con 100,250.33 ton, Estado de México con 64,928.13 t, Nayarit con 36,691.01 t, Morelos con 27,656.05 t, Guerrero con 14,

827.74 t, Puebla con 11,758.05 t y Yucatán con 10,980.00 t; cabe mencionar que estos son los estados con mayor producción ocupando los primeros ocho lugares; el estado de Hidalgo ocupa el décimo quinto lugar con una producción anual de 3,040.30 t anuales (SIAP, 2014b).

Cuadro 1. Situación actual del cultivo de aguacate en México de acuerdo a las variedades con mayor aportación económica (SIAP, 2014a).

Cultivo	Tipo/variedad	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Valor producción (miles de pesos)
	Mexicano	35,155.37	6.41	256,681.38
Aguacate	Fuerte	10,099.59	22.05	55,652.76
	Hass	1, 475,408.29	9.98	20, 403, 173.93

En el estado de Hidalgo la mayor parte de sus plantaciones en los municipios que se ha reportado su cultivo están constituidas por aguacate mexicano dentro de sistemas de policultivo, en donde se tienen en conjunto con otros frutales tales como chirimoya, durazno, ciruelo y otros cultivos anuales como el maíz, frijol, chayote con espina y calabaza. La mayor parte de la producción es para autoconsumo o se destina a los mercados locales; por lo que su aportación a nivel nacional del es casi nula.

Lo anterior también se debe que en la mayoría de los municipios en donde se cultiva aguacate no se tiene conocimiento sobre su manejo y sus plagas asociadas.

3.4. Plagas de importancia económica en México

Las especies de insectos que son consideradas plagas cuarentenarias o de régimen legal son: los barrenadores pequeños de la semilla (*Conotrachelus aguacatae* y *C. Perseae*); el barrenador grande de la semilla (*H. lauri*); el barrenador del tronco y ramas (*Copturus aguacatae*) y la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate (*Stenoma catenifer*) (Manrique *et al.*, 2014; SAGARPA, 2002). Como plagas primarias se encuentran distintas especies de trips (Thysanoptera) donde se mencionan a *Frankliniella* y *Neohydatothrips* que causan daños en el pericarpio y deformación en fruto; de igual manera se encuentran aquellos que causan daños en el follaje como *Scirtothrips*; así como algunos ácaros asociados (Ávila-Quesada *et al.*, 2005; Cambero *et al.*, 2010; Estrada-Venegas, 2015; Muñoz y Rodríguez, 2014). Dentro de las plagas secundarias se encuentran algunos lepidópteros defoliadores, escamas, psílicos y membrácidos (Castañeda-Vildózola, 2008).

3.5. Distribución de los barrenadores del aguacate de importancia económica en México

En México se tiene registro de la distribución geográfica de las plagas reglamentadas; el barrenador pequeño de la semilla del aguacate (*C. perseae* Barber) se encuentra en los estados de Colima, Guanajuato, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz (Equihua-Martínez, 2012); el barrenador grande de la semilla del aguacate (*H. lauri* Boheman) está distribuido en los estados de Hidalgo, Guerrero, Puebla y Veracruz (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2009) y la palomilla *Stenoma catenifer* (Walsingham) se encuentra distribuida en los estados de Chiapas, Colima, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Tamaulipas, Querétaro y Veracruz (Acevedo *et al.*, 1972; Palacios-Torres *et al.*, 2011).

En varias partes de México se tienen plantaciones comerciales y semi-comerciales en las que se realiza un manejo integrado de plagas y del cultivo; en contraste, en los huertos de traspatio no se realiza manejo integrado de plagas en este cultivo por lo que la información que se tiene de estos

es escasa o casi nula. En el estado de Hidalgo se conocen 10 regiones naturales; dentro de estas están la huasteca, Sierra alta, Sierra baja, Sierra gorda, Sierra de Tenango, Valle de Tulancingo, Comarca Minera, Altiplano, Cuenca de México y Valle del Mezquital.

En algunas regiones del estado se tiene presencia del cultivo del aguacate; sin embargo las plagas asociadas no han sido estudiadas; Castañeda-Vildozola *et al.* (2013) reportaron por primera vez a *C. perseae* y a *H. lauri* conviviendo en una misma localidad en el Municipio de Acaxochitlán del estado de Hidalgo.

3.5.1. Posición taxonómica de *Conotrachelus perseae* y *Heilipus lauri*

De acuerdo con (Borror *et al.* 1989) se tiene la siguiente posición taxonómica para *C. perseae* y *Heilipus lauri*:

Superclase: Hexapoda, **Clase:** Insecta, **Subclase:** Pterygota, **Division:** Endopterygota, **Orden:** Coleoptera, **Suborden:** Polyphaga, **Superfamilia:** Curculionidea, **Familia:** Curculionidae, **Subfamilia:** Cryptorhynchidae, **Genero:** *Conotrachelus*, **Especie:** *Conotrachelus perseae* Barber.

Superclase: Hexapoda, **Clase:** Insecta, **Subclase:** Pterygota, **Division:** Endopterygota, **Orden:** Coleoptera, **Suborden:** Polyphaga, **Superfamilia:** Curculionidea, **Familia:** Curculionidae, **Subfamilia:** Molytinae, **Genero:** *Heilipus*, **Especie:** *Heilipus lauri* Boheman.

3.5.2. Importancia de *C. perseae* y *H. lauri*

La importancia de ambas especies es debido a los daños que ocasionan principalmente en huertos de traspatio, donde las pérdidas son considerables en la producción aguacatera, esto por las perforaciones causan sobre los frutos, barrenándolos hasta la semilla, la cual queda inservible para su germinación y la pulpa del aguacate se oxida tornándose en un color café; esto hace que sea

poco atractivo y por lo tanto desagradable para los consumidores por lo que pierde su valor comercial.

La presencia de *C. perseae* y *H. lauri* en algunas regiones de México representa una inversión económica importante, debido a las distintas prácticas y normas fitosanitarias que se aplican para su manejo y control, así como su estatus legal o cuarentenario asociado a actividades de exportación, de ahí la importancia de su estudio en las distintas zonas aguacateras de México (Equihua-Martínez *et al.*, 2015).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en algunas localidades de la región oriente del estado de Hidalgo (Figura 1), entre ellos los municipios de Acaxochitlán y Agua Blanca en el estado de Hidalgo; al norte colindan con el estado de Veracruz, al noroeste con el estado de Puebla.

El muestreo sistemático se realizó en la localidad de San Juan se localiza entre 20° 11' 39.02" latitud norte y 98° 08' 25.88" longitud Oeste, entre la Sierra alta y en la Sierra de Tenango, se tienen zonas montañosas y bosque de niebla; la vegetación está compuesta principalmente por los géneros *Alnus*, *Pinus* y *Quercus*, así mismo frutales como el durazno, ciruelo, chirimoya y aguacate en la parte del valle; en donde también se tienen parcelas para cultivos básicos para autoconsumo en la región como maíz, frijol, chayote de espina, calabaza, tomate de cascara, chile serrano; la mayoría de los pobladores de este región son indígenas, su lengua materna es el náhuatl; esta localidad se denominó unidad base para el muestreo sistemático.

En forma complementaria se muestrearon otras localidades en los estados de Puebla y Veracruz donde se tiene presencia de aguacate como es el caso de la localidad de San Francisco

que comparte características similares que la localidad de San Juan, ya que se encuentran a muy poca distancia entre estas, en esta localidad se realizaron tres muestreos de marzo a mayo de 2015, para determinar la presencia de especies de barrenadores asociados a la semilla del aguacate.

Las localidades de Santa Catarina y Tochtla del mismo municipio de Acaxochitlán se realizaron seis muestreos de manera mensual, los cuales se iniciaron de julio a diciembre de 2014, ambas localidades se caracterizan principalmente por sus actividades agrícolas enfocadas principalmente para el autoconsumo, en donde se siembra principalmente maíz, frijol, tomate de cascara, chile serrano, así como frutales tales como durazno, aguacate, granada china, lima y naranja agria.

En el municipio de Agua Blanca de Iturbide del estado de Hidalgo se realizaron cuatro muestreos mensuales a partir de julio a octubre de 2014 en donde tomaron en cuenta las localidades de San Pedrito y Potrero de Monroy, en ambas se tiene presencia de aguacate; ambas localidades se encuentran en la región Otomí-Tepohua del estado de Hidalgo, en donde también se siembra maíz, frijol, caña de azúcar, chirimoya y algunos cítrico.

En las localidades de Chiagtlá, Tlachpanaloya, Chachahuantla del municipio de Naupan, estado de Puebla, se realizaron dos muestreos en el mes de mayo y junio de 2014; estas también se encuentran cerca de la región Otomí-Tepohua por lo que las características orográficas de estas son similares a las localidades anteriores.

En el estudio, también se tomaron en cuenta las localidades de El chiflón y Tlachiquillo de Zacualpan Veracruz (Cuadro 2) donde se realizaron dos muestreos en el mes de mayo y junio de 2015, de esto para poder conocer la distribución de las plagas y la presencia del cultivo en el área de estudio.

Cuadro 2. Variedades de aguacate muestreadas por localidad en la región de estudio.

Localidad	Altitud (m)	Coordenadas geográficas	Muestra de variedad Hass	Muestra de variedad Criollo
San Juan Acaxochitlán, Hidalgo	1660	20° 11' 39.02" N 98° 08' 25.88" O	Si	Si
San Francisco Acaxochitlán, Hidalgo	1780	20° 11' 41.33" N 98° 09' 06.50" O	Si	Si
Santa Catarina Acaxochitlán Hidalgo	2100	20° 15' 06.30" N 98° 10' 48.30" O	Si	Si
Tochtla Acaxochitlán, Hidalgo	1840	20° 23' 91.67" N 98° 16' 77.78" O	-	Si
San Pedrito Agua Blanca, Hidalgo	1850	20° 22' 55.43" N 98° 19' 58.10" O	-	Si
Potrero de Monroy Agua Blanca, Hidalgo	1800	20° 34' 27.3" N 98° 38' 43.9" O	-	Si
Chiagtla Naupan Puebla	1880	20° 12' 48.92" N 98° 07' 41.80" O	Si	Si
Tlachpanaloya Naupan, Puebla	1640	20° 13' 26.54" N 98° 07' 05.14" O	Si	Si
Chachahuantla Naupan, Puebla	1813	20° 12' 10.90" N 98° 07' 56.09" O	Si	Si
El Chiflon Zacualpan, Veracruz	1680	20° 24' 15.00" N 98° 22' 36.99" O	-	Si
Tlachiquillo Zacualpan, Veracruz	1740	20° 41' 33.30" N 98° 37' 33.70" O	-	Si
Zacualpan, Zacualpan, Veracruz	670	20° 26' 01.90" N 98° 20' 59.29" O	-	Si

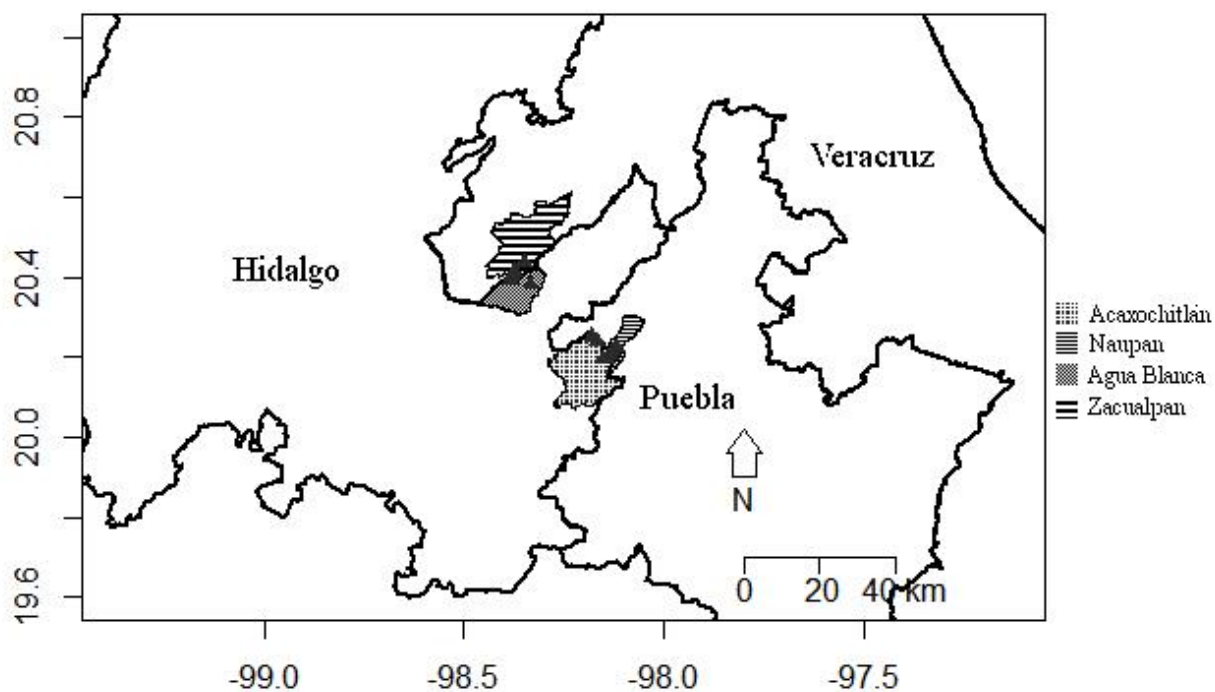


Figura 1. Sitios de muestreo en la región este del estado de Hidalgo durante el ciclo 2014 y 2015.

4.2. Obtención del material biológico

El muestreo se realizó en arboles de aguacate criollo o mexicano *P. americana* var. *drymifolia* y de la variedad Hass, el muestreo inició en abril de 2014 y concluyó en el mes de agosto de 2015 realizándose de manera sistemática en la localidad base (San Juan). Mensualmente, el material biológico se colectó de la siguiente manera: se eligieron cinco árboles al azar de huertos de traspatio en ellos se trazaron los cuatro puntos cardinales (como referencia) y se colectaron de cuatro a cinco frutos por punto cardinal, haciendo un total de 16 a 20 frutos por árbol que presentaran perforaciones atribuidas a insectos, polvo blanquecino así como daños provocados de manera física (Figura 2), los cuales se pusieron en bolsas de papel de 15 cm de ancho por 25 de alto y se trasladaron al laboratorio de Fitosanidad forestal de Colegio de Postgraduados campus

Montecillo para su posterior procesamiento, cabe mencionar que los frutos obtenidos durante las colectas solo fueron de dos variedades; Hass y aguacate mexicano (Figura 2).

4.3. Obtención de datos climatológicos

Los datos climáticos, principalmente humedad relativa (HR) y temperatura media mensual expresada en grados Celsius (°C) se obtuvieron de una de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) establecida en el municipio de Acaxochitlán.

4.4. Establecimiento de la cría de insectos



Figura 2. Variedades de aguacate muestreadas en la región de estudio con daños ocasionados por insectos A) variedad Hass, B) criollo raza mexicana.

El 80% de los frutos con perforaciones de cada muestreo y con posible presencia de insectos se revisaron en el laboratorio, posteriormente se colocaron en vasos de plástico transparente de 15 centímetros (cm) de altura, 10.5 cm de diámetro y un litro de capacidad; en los que en la parte

inferior se adicionaron dos cm de sustrato (suelo) esto para que los insectos pudieran pupar dependiendo el caso: para *H. lauri* la pupación ocurre dentro del fruto, mientras que en *C. perseae* las larvas pupan en el suelo. Los vasos se cubrieron con tela tul para evitar que los insectos que emergieran pudieran escapar. Cabe mencionar que durante todo el proceso de la cría de los insectos no se hizo control de la humedad ni la temperatura; esto para simular las condiciones originales del sitio de estudio; solo se rociaba cada cinco o siete días con agua corriente a cada vaso, esto para mantener humedad y evitar la desecación de las larvas o adultos que emergieran.

4.5. Identificación de las especies obtenidas

Las especies que se obtuvieron después de la emergencia se corroboraron mediante claves dicotómicas, así como la utilización de características puntuales descritas por Castañeda-Vildózola (2008) para el caso de *H. lauri* y para el caso de *C. perseae* mediante la descripción morfológica realizada por Domínguez (2006). Otros insectos como palomillas se determinaron previamente como tortricidos tomando como referencia el catálogo de referencia en línea Tortricidae Resources on The Web (versión 3.0) (Gilligan *et al.*, 2014), también se tomaron fotografías de los insectos adultos que emergieron de los fruto en el laboratorio de morfología de insectos del postgrado de Fitosanidad del campus Montecillo, utilizando un fotomicroscopio Tessovar Carl Zeiss, con una cámara digital para microscopio marca Pixera, modelo Profesional, a cada imagen tomada se le coloco una escala de medida como referencia; la medida de cada especie se obtuvo mediante un analizador de imágenes Image Tool for Windows versión 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002).

4.6. Ciclo biológico de las especies estudiadas

El ciclo biológico para cada una de las especies estudiadas se determinó mediante el conteo de días correspondientes a cada estado de desarrollo de cada especie encontrada, no se hace mención de la duración del huevo antes de la eclosión debido a que durante el muestreo no hubo

coincidencia con la ovoposición de ninguna de las especies estudiadas, el ciclo biológico que se pudo estudiar desde el estado larval en las cuatro especies determinadas.

Para obtener la proporción entre hembras y machos para las especies dominantes se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$PH = \frac{\sum H}{\sum M}$$

En donde:

PH= proporción en hembras o PM= para el caso de machos.

$\sum H$ = Total de hembras adultas obtenidas durante el ciclo de muestreo.

$\sum M$ = Total de machos obtenidos durante el ciclo de muestreo.

Para el caso de *H. lauri* se determinó de un total de 214 individuos, en donde se tenían tanto hembras y machos; para *C. perseae* fue de un total de 178 individuos donde también se tenían a ambos sexos juntos, los cuales se separaron hembras de machos para su posterior conteo y realizar el cálculo con la fórmula anterior.

Los insectos adultos que emergieron en los recipientes se registraron de manera mensual en una hoja de cálculo de Microsoft Excel en donde se registraron las siguientes variables: fecha de colecta, fecha de emergencia, número de individuos emergentes por fruto. Con estos datos se generó un grafica donde se expresó la fluctuación poblacional de insectos adultos de *H. lauri* y *C. perseae* para la determinación de los picos poblacionales de ambas especies.

4.7. Distribución geográfica de *H. lauri* y *C. perseae* en el área de estudio

La distribución geográfica se obtuvo mediante el geoposicionamiento de los árboles muestreados en las distintas localidades y el registro de las especies que emergieron de cada fruto, tomando en cuenta si fue de variedad Hass o criollo raza mexicana.

4.8. Determinación de preferencia de variedad de aguacate

Para determinar preferencia de hospedero se tomó en cuenta el número de árboles muestreados, tanto de una variedad mejorada que en este estudio se utilizó la variedad Hass y una variedad de aguacate mexicano así como la distribución de las variedades consideradas en este estudio.

4.9. Evaluación de daño por barrenadores

Para la evaluación del daño que los barrenadores ocasionan en la región se consideraron las siguientes variables: 1) variedad de aguacate, 2) tamaño del fruto (anchura y altura), 3) número de perforaciones por fruto, 4) su orientación cardinal, N (norte), S (sur), E (este) y O (oeste) como referencia de posicionamiento del fruto; con el programa PROC MEANS (SAS Institute 2002 ver. 9.00) se obtuvieron los siguientes parámetros; media, desviación estándar y varianza para definir la preferencia de tamaño de cada variedad.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Identificación de las especies barrenadoras de semilla

Se identificaron cuatro especies de insectos (Figura 3) asociadas a la semilla del aguacate de las variedades estudiadas (criollo o mexicano y Hass) compartiendo el mismo ecosistema. Se determinó la presencia de *Heilipus lauri* y *Conotrachelus perseae*; así como dos especies de palomillas de la familia Tortricidae, una de ellas identificada como *Cryptaspasma perseana* Gilligan y Brown (Gilligan *et al.*, 2011) y otra aún no determinada.

5.2. *Heilipus lauri*

5.2.1. Ciclo biológico de *H. lauri*

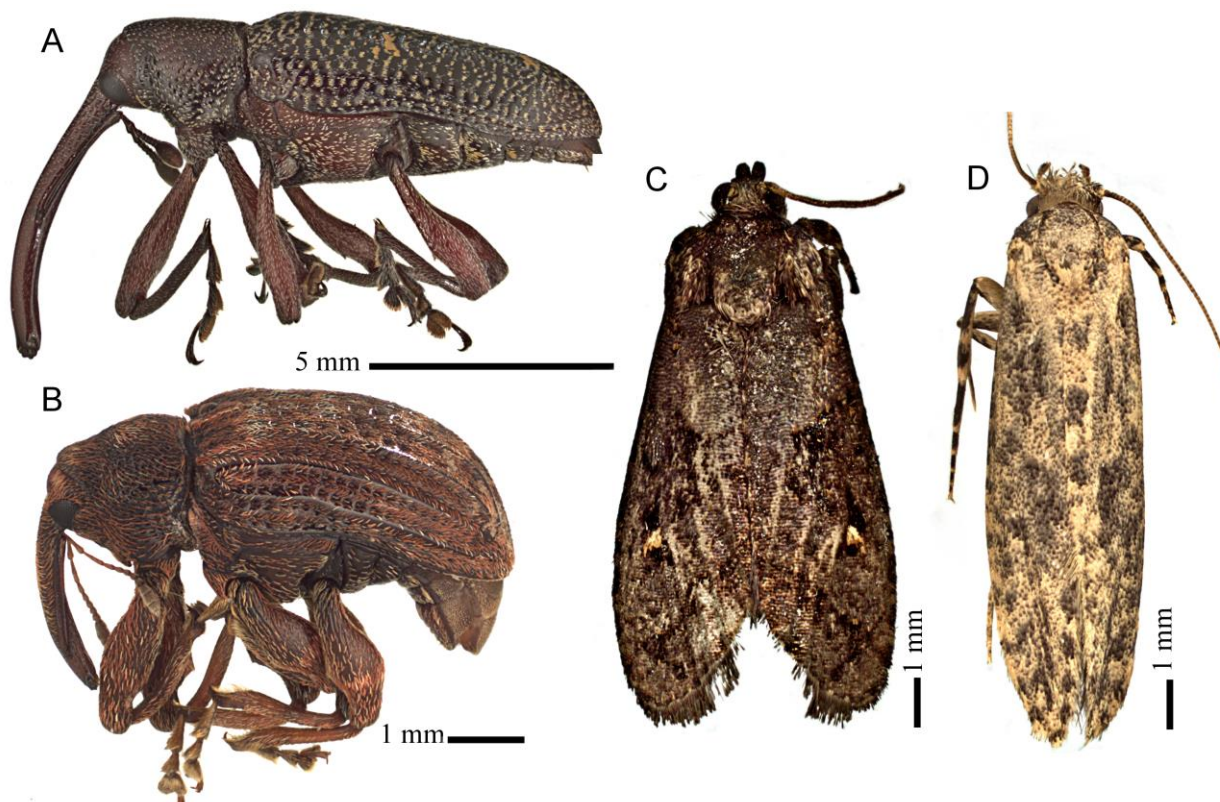


Figura 3. Especies de barrenadores identificados en la región de estudio A) *Heilipus lauri* Boheman, B) *Conotrachelus perseae* Barber, C) *Cryptaspasma perseana* Gilligan y Brown, D) Tortricidae.

Se determinaron los estados de desarrollo (Figura 4); así como la duración de cada uno de ellos (Cuadro 3) de la especie en estudio a partir de las larvas colectadas en campo durante los años de estudio.

Larva: es uno de los estados de desarrollo del ciclo biológico de mayor importancia en esta especie; ya que es la que ocasiona el mayor daño; esta perfora la semilla del aguacate, como parte fundamental de alimentación. La duración en promedio del estado larval para el caso de *H. lauri* fue de 59.7 ± 1.62 días con un rango de 56 a 61 días. En un estudio realizado por Castañeda-Vildózola *et al.* (2012) reporta que la duración del estadio larval fue de 48.51 ± 2.30 días con un rango de 44 a 55 días en laboratorio en condiciones controladas. Caicedo *et al.* (2010) reporta que desde recolección de frutos perforados por *H. lauri* hasta obtención de pupa la duración fue de 65.35 ± 1.42 días con un rango de 55 a 83 días.

Pupa: la pupación ocurre dentro de la semilla del aguacate, la cual le sirve como protección contra factores bióticos o abióticos, cabe mencionar que no todas las pupas lograron su desarrollo, algunas de estas sufrieron daños durante la manipulación y observación.

En este caso la duración promedio del estado de pupa fue de 20.01 ± 2.15 días, los resultados difieren un poco con lo reportado por Castañeda-Vildózola *et al.* (2012) en donde la duración del estado de pupa fue 15.32 días promedio con un rango de 11 a 18 días, al igual que en Caicedo *et al.* (2010) el resultado de la duración en estado de pupa es similar reportando 15.14 ± 0.33 días con un rango de 11 a 18 días.

Adulto: La etapa final de esta especie concluye con emergencia y reproducción de los adultos tanto de hembras y machos; estos ocasionan en daño inicial en los frutos mediante perforaciones y lo más importante la ovoposición en los frutos tanto en variedades criollas y mejoradas, la

longevidad del adulto sin alimento fue de 27.83 ± 2.89 días. El ciclo biológico promedio obtenido para esta especie fue de 79.66 ± 4.56 desde el estadio larval hasta la emergencia, con un rango de 69 a 88 días; Caicedo *et al.* (2010) reporta que la longevidad desde la recolección de frutos hasta la obtención de adultos fue de $80.14 \text{ días} \pm 1.36$ con un rango de 65 a 97 días.

En este estudio también se determinó la proporción sexual de 214 insectos adultos obtenidos durante el estudio, se registraron 111 hembras y 103 machos (1.07: 0.92), esta proporción es similar a la reportada por Castañeda-Vildózola *et al.* (2012) determinado con 42 hembras y 38 machos (1:0.90); en ambos estudios se observó que la proporción sexual es de 1:1 para esta especie en particular.

Cuadro 3. Ciclo biológico de *H. lauri* obtenido durante el ciclo de estudio en 2014 y 2015.

Estadio	Número de individuos observados	Duración en días	
		Rango	Promedio \pm SD [†]
Larva	100	56 – 61	59.7 ± 1.62
Pupa	100	16 – 24	20.01 ± 2.15
Duración del ciclo desde larva hasta adulto	100	69 – 88	79.66 ± 4.56
Longevidad del adulto sin alimento	50	24 - 34	27.83 ± 2.89

[†] Desviación estándar

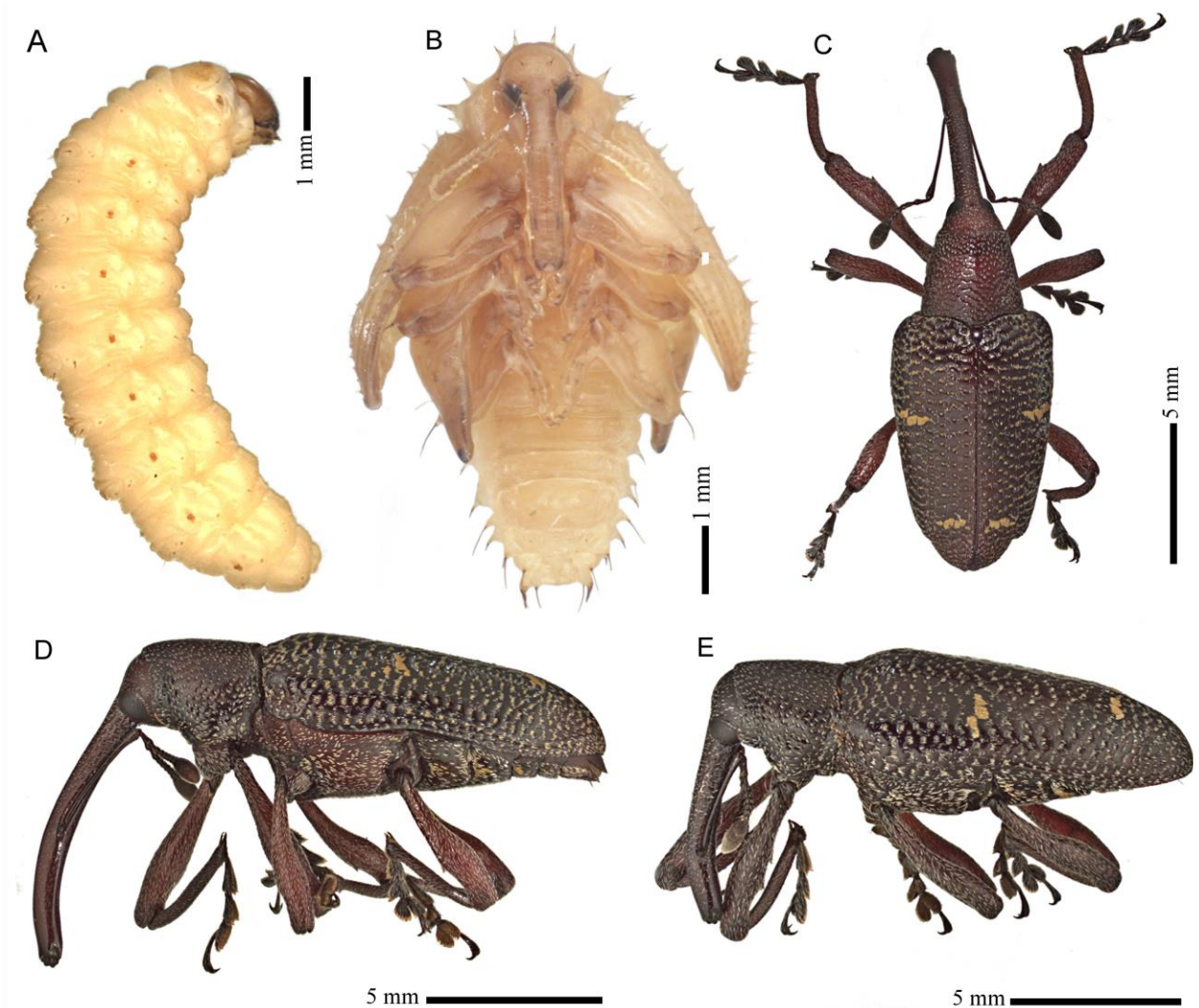


Figura 4. Estados de desarrollo de *H. lauri*, A) larva, B) pupa, C) adulto vista dorsal, D) hembra (adulto), E) macho (adulto).

5.2.2. Fluctuación poblacional de *Heilipus lauri*

Durante el primer ciclo de estudio se aprecian dos picos poblacionales importantes en 2014 (Figura 5), uno a partir de mayo a junio y otro a inicios septiembre hasta noviembre, meses en donde la humedad relativa se encuentra por arriba del 92%, en 2015 se observó un comportamiento similar al 2014.

Los resultados obtenidos sugieren la posibilidad de tener dos generaciones por año; con traslapes de los distintos estados biológicos durante todo el año, esto debido a la disponibilidad del hospedero, ya que en los meses de verano hay disponibilidad de frutos para la ovoposición y alimentación de este barrenador; así mismo también puede alimentarse de follaje, este comportamiento fue observado por Castañeda-Vildózola (2008) en Ixtapan de la Sal, en donde las emergencias ocurrieron en los meses de septiembre a octubre y en marzo y abril durante el estudio realizado.

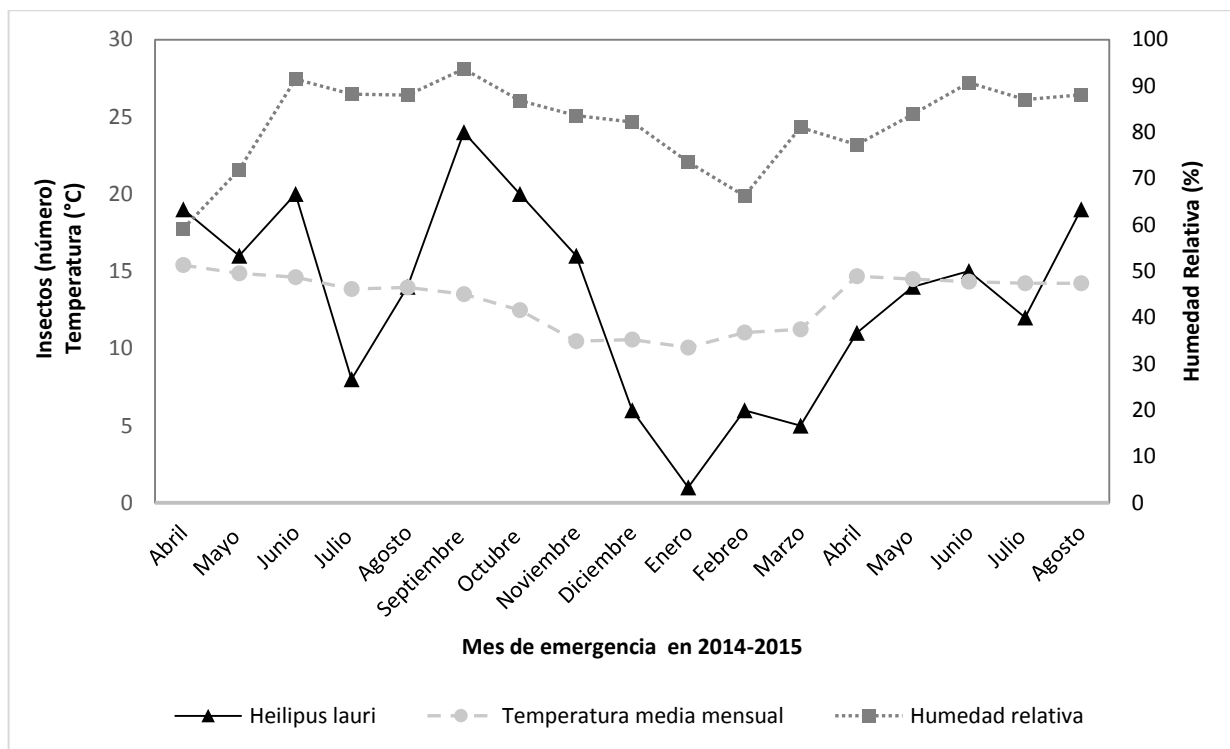


Figura 5. Fluctuación poblacional de adultos de *H. lauri*.

5.2.3. Distribución geográfica de *H. lauri*

Mediante el muestreo sistemático y el geoposicionamiento de los árboles en campo se obtuvo la distribución geográfica de *H. lauri* en la región este del estado de Hidalgo, esta va de los 670 a 2100 metros de altitud, el cual está fuertemente ligado a la distribución de su hospedero *P. americana* var. *Hass* y *P. americana* var. *mexicana* (Cuadro 4) en la región.

La incidencia de daño causado por este barrenador en huertos de traspatio de las localidades de San Juan, San Francisco, Santa Catarina y Tochtla en el municipio de Acaxochitlán en aguacate Hass y criollo raza mexicana; también se registró daño en San Pedrito y Potrero de Monroy en el municipio de Agua Blanca en el estado de Hidalgo en *P. americana* var. *drymifolia*.

Dentro de su rango de distribución también se registró su presencia en las localidades de Chiagtla, Chachahuantla y Tlachpanaloya del municipio de Naupan, Puebla en *P. americana* var. *drymifolia* y aguacate Hass y en las localidades el Chiflón y Tlachiquillo en el municipio de Zacualpan en Aguacate criollo raza mexicana. Cabe mencionar que *H. lauri* se encuentra interactuando el mismo ecosistema con *Conotrachelus perseae* en las todas las localidades muestreadas a excepción de las ubicadas en el municipio de Agua Blanca, Hidalgo y las dos localidades del municipio de Zacualpan, Veracruz. En un estudio realizado por Castañeda-Vildozola *et al.* (2013) reporto la asociación de *H. lauri* y *C. perseae* en las localidad de San Juan, Acaxochitlán, en el estado de Hidalgo y en Meyuca, Coatepec Harinas en el estado de México. Castañeda-Vildózola (2008) menciona que *H. lauri* se encuentra distribuido en el eje volcánico transmexicano en latitudes que van desde 1290 a 1920 metros de altitud, con distribución en Guerrero e Hidalgo. Ebeling (1959) reporta a *H. lauri* en Costa Rica sin especificar en qué variedades. La distribución de las especies del genero *Heilipus* están ligadas a la presencia de su hospedero, principalmente de la familia Lauraceae; *P. schideana* es otro hospedero de *H. lauri* reportado en México; especie que también se encuentra distribuida a partir de los 1300 metros de altitud (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2009). Otras especies de *Heilipus* como *H. elegans*, *H. albopictus*, *H. pittieri*, *H. trifasciatus*, *H. catagrafus*, *Heilipus rufipes*, su presencia sigue el patrón de distribución natural de su hospedero a lo largo del neotrópico (Lourenção *et al.*, 2003;

Lourenção, *et al.*, 1984; Rubio *et al.*, 2009); ya que es donde se han registrado el mayor número de especies asociadas al género (Lourenção *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Distribución geográfica de *H. lauri* y su hospedero en la región de estudio.

Estado	Municipio	Localidad	Altitud (m)	Coordenadas geográficas	Hospedero
Hidalgo	Acaxochitlán	San Juan	1660	20° 11' 39.02" N 98° 08' 25.88" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		San Francisco	1780	20° 11' 41.33" N 98° 09' 06.50" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Santa Catarina	2100	20° 15' 06.30" N 98° 10' 48.30" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Tochtla	1840	20° 23' 91.67" N 98° 16' 77.78" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
	Agua Blanca de Iturbide	San Pedrito	1850	20° 22' 55.43" N 98° 19' 58.10" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
		Potrero de Monroy	1800	20° 34' 27.3" N 98° 38' 43.9" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
Puebla	Naupan	Chiagtla	1902	20° 12' 48.92" N 98° 07' 41.80" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Tlachpanaloya	1655	20° 13' 26.54" N 98° 07' 05.14" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Chachahuantla	1758	20° 12' 10.90" N 98° 07' 56.09" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
Veracruz	Zacualpan	El chiflon	1680	20° 24' 15.00" N 98° 22' 36.99" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
		Tlachiquillo	1740	20° 41' 33.30" N 98° 37' 33.70" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
		Zacualpan	670	20° 26' 01.90" N 98° 20' 59.29" O	Aguacate var. mexicana (criollo)

5.3. *Conotrachelus perseae*

5.3.1. Ciclo biológico de *C. perseae*

En la Figura 6 se ilustran los estados de desarrollo de *Conotrachelus perseae*. En el Cuadro 5 se menciona la duración de sus estados de desarrollo en días durante dos años en el área de estudio.

Larva: está presente una vez que emerge del huevo; es el estado de desarrollo de mayor importancia en esta especie; ya que es la que ocasiona el mayor daño; se alimenta de la semilla del aguacate. Cabe resaltar que una vez completado su desarrollo, abandona el fruto y se introduce en el suelo; el promedio de la duración como larva fue de 42.16 ± 4.64 días, con un rango de 39 – 46 días.

Coria-Ávalos (1999) menciona que tiene seis instares larvarios con una duración de 46.10 días en promedio; en comparación con otras especies del género *Conotrachelus* existe diferencia en cuanto a la duración de los estadios larvales, en *Conotrachelus psidii* la duración promedio del estadio larval en condiciones de laboratorio fue de 16.0 ± 3.80 con un rango de 8 – 27 días (Bailez y Viana-Bailez, 2003), en *Conotrachelus crataegi* la duración del estado larval fue de 10 – 20 días en un estudio realizado por Muñiz-Merino *et al.* (2012); Peña *et al.* (2013) menciona que *Conotrachelus aguacatae* tiene una duración de 20 – 35 días en estadio larval y en otro realizado por Payán-Arzapalo *et al.* (2015) se lograron determinar cuatro instares larvarios de *C. perseae*.

Castañeda-Vildózola *et al.* (2015) reporta la duración de *C. perseae* de 24.4 días en promedio como pre-pupa; Domínguez (2006) menciona que la duración del estadio larval tuvo una duración de 28–35 días en condiciones de laboratorio; en los estudios realizados se difiere en cuanto a la duración del estadio larval, por lo que se puede concluir que este quizá pueda depender de las condiciones ambientales del área de estudio.

Pupa: la pupación se observó que se lleva a cabo fuera de la semilla del aguacate, la larva abandona la semilla y se introduce al suelo para pupar, formando su cocón, algunas de estas pupas no completaron su desarrollo, ya que al ser manipuladas, al abrir el cocón murieron.

La duración del estado de desarrollo fue de 15.35 ± 1.91 , con un rango de 13–18 días; Castañeda-Vildózola *et al.* (2015) determinó que la duración del estado de pupa tuvo una duración de 16.3 días con un rango de 15 – 21 días; en ambos estudio la duración del estado de pupa es similar; sin embargo Coria-Ávalos (1999) reporta que la duración del estado de pupa fue de 10.7 días.

Domínguez (2006) menciona que la duración de pupa hasta la emergencia del adulto fue de 30 – 40 días, estos resultados difieren con los previamente mencionados. En *C. psidii* la duración del estado de pupa fue de 16.0 ± 0.90 con un rango de 14–18 días, este resultado es similar al obtenido en este estudio, con cierta similitud en algunas especies del mismo género.

Adulto: ocasionan el daño inicial en los frutos mediante perforaciones para ovipositar en los frutos tanto en variedades criollas y mejoradas; la longevidad del adulto sin alimento fue de 18.75 ± 2.31 con un rango de 15–18 días; el ciclo biológico que se obtuvo desde el estadio larval fue de 60.39 ± 6.35 con un rango de 55–67 días. Castañeda-Vildózola *et al.* (2015) reporta la duración promedio del estado de adulto de *C. perseae* de 65.5 días con un rango de 42–87 días en condiciones de laboratorio. Se puede concluir que el ciclo biológico de *C. perseae* depende de distintos factores abióticos si se lleva a cabo dentro de laboratorio, ya que algunos datos de los estados de desarrollo de este insecto difieren entre sí.

Coria-Ávalos (1999) mencionó que la duración de la larva a la emergencia de adultos fue de 71.8 días en promedio, Domínguez (2006) determinó que el ciclo biológico desde larva hasta adulto fue de 84 días; sus resultados son similares a los obtenidos en este estudio.

Además se determinó la proporción sexual de 228 insectos adultos obtenidos durante todo el ciclo de estudio se registró una proporción sexual de 119 hembras y 109 machos (1.09:0.91), la proporción es similar a la reportada por Coria *et al.* (2007) en el barrenador de ramas *Copturus aguacatae* en donde la proporción sexual obtenida de 54 hembras y 46 machos (1.17: 0.85) en ambos estudios se observó que la proporción sexual es de 1:1.

Cuadro 5. Ciclo biológico de *C. perseae* obtenido durante el ciclo de estudio en 2014 y 2015

Estadio	Número de individuos observados	Duración en días	
		Rango	Promedio \pm SD [†]
Larva	100	39 – 46	42.16 \pm 4.64
Pupa	100	13 – 18	15.35 \pm 1.91
Duración del ciclo desde larva hasta adulto	100	55 – 67	60.39 \pm 6.35
Longevidad del adulto sin alimento	50	15 – 21	18.75 \pm 2.31

[†] Desviación estándar

5.3.2. Fluctuación poblacional de *Conotrachelus perseae*

Se obtuvieron tres picos de emergencia durante el estudio (Figura 8); el primero se registró en abril y el segundo en septiembre de 2014 y en 2015 se obtuvo un pico de emergencia en junio, lo que indica que en la región de estudio pudiera haber dos generaciones por año. Este comportamiento es similar al mencionado por Peña *et al.* (2013) en *Conotrachelus aguacatae* el cual puede tener dos generaciones por año, la primera emergencia en enero – febrero con una duración de 10 semanas y la segunda de abril a julio.

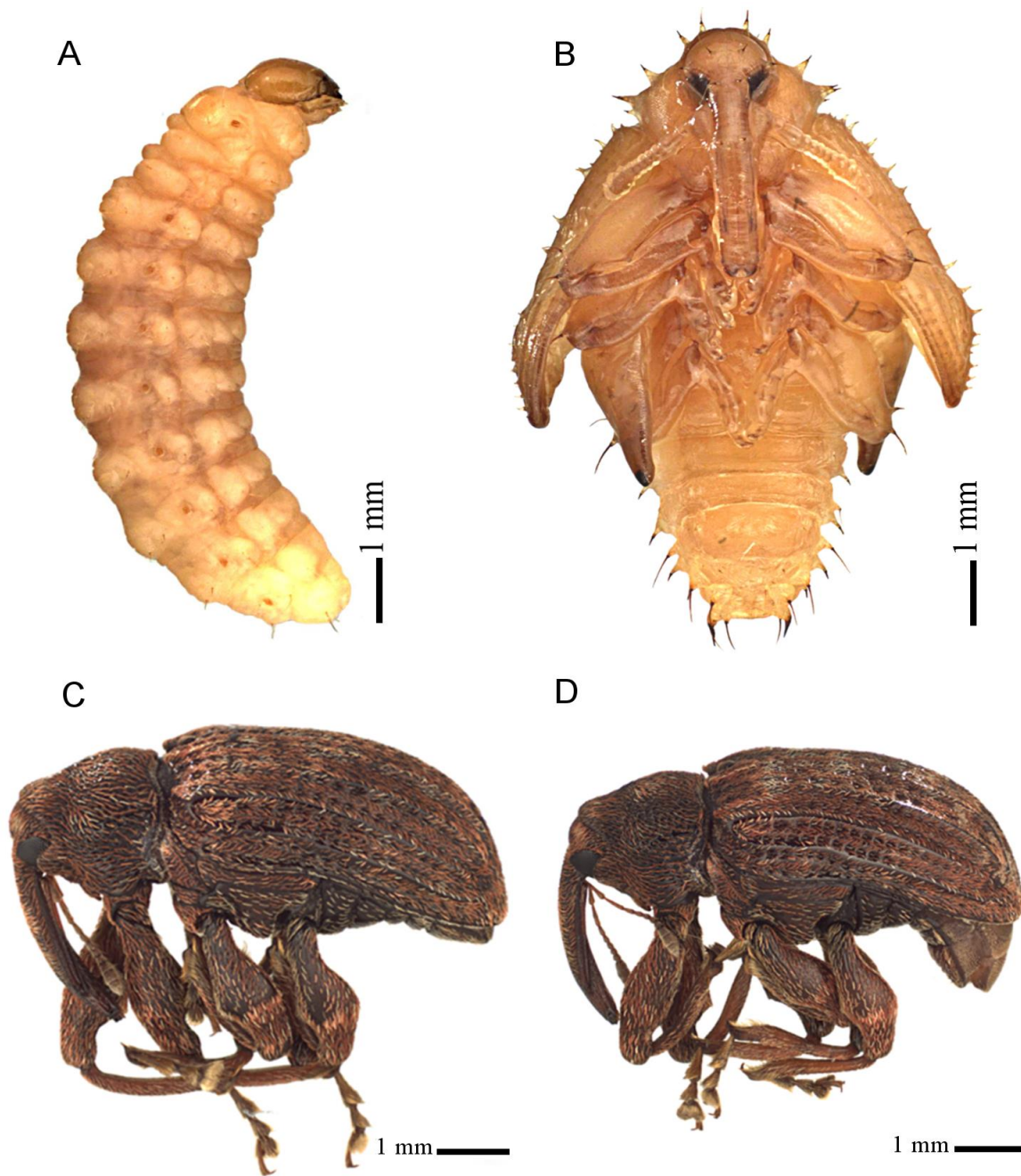


Figura 6. Estados de desarrollo de *C. perseae* A) larva, B) pupa, C) hembra (adulto), D) macho (adulto).

Coria-Ávalos (1999) reporta que este insecto puede tener de dos a tres generaciones por año con traslapes de los distintos estados biológicos de la plaga en Ziracuateiro, Michoacán; en un estudio realizado por Domínguez (2006) en Comonfort, Guanajuato la emergencia y mayor presencia de adultos fue en noviembre y diciembre en el primer año de estudio y otra emergencia en enero en el año posterior. Cabe mencionar que la presencia de los distintos estados de desarrollo de la plaga depende de la fenología del cultivo y a la disponibilidad de alimento.

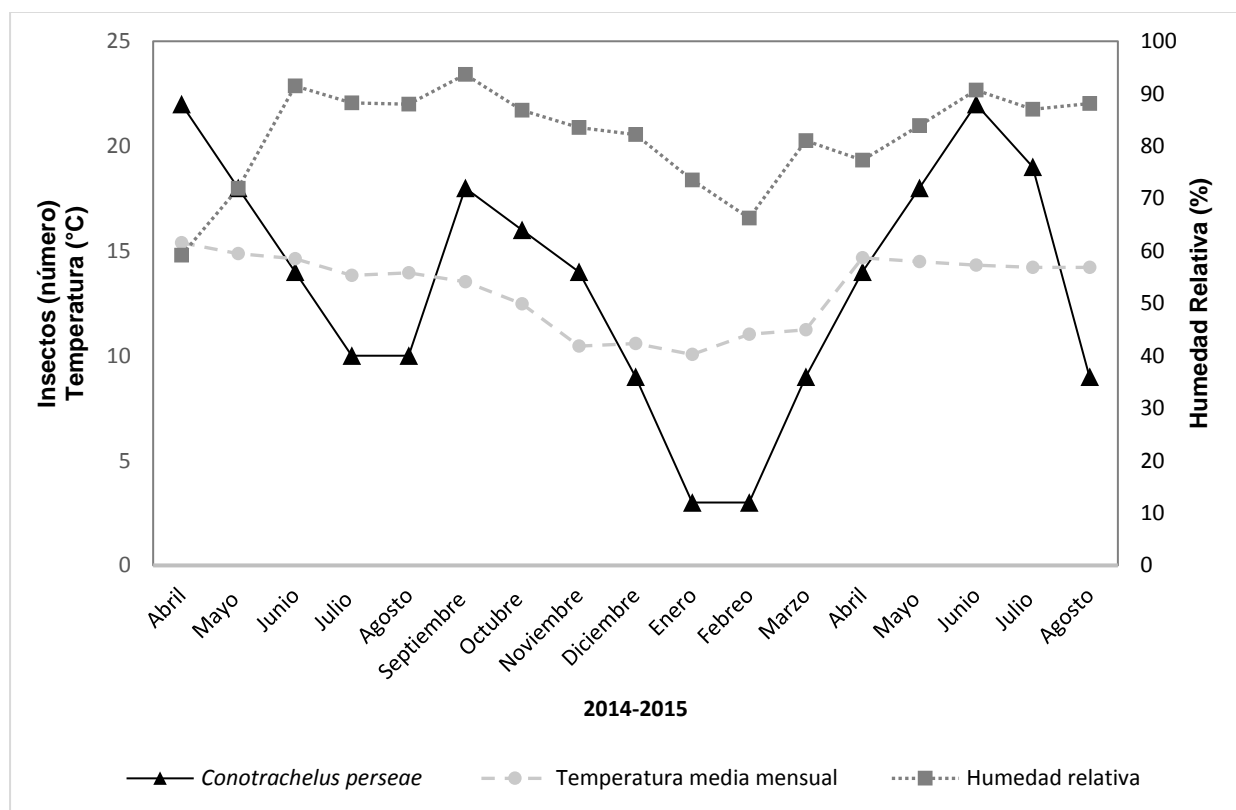


Figura 7. Fluctuación poblacional de adultos de *C. perseae*.

5.3.3. Distribución geográfica de *C. perseae*

El geoposicionamiento y muestreo de los aboles de *P. americana* var. *drymifolia* y aguacate Hass, permitieron determinar que variedades están presentes desde los 670 a 2100 metros de altitud en la región de estudio; aunado a estas se encuentra *C. perseae*, el cual se encuentra distribuido a

partir de los 1655 a 2100 metros de altitud en el área de estudio (Cuadro 6) principalmente en *P. americana* var. Hass, en donde se encontró interactuando con *H. lauri* en la localidad de San Juan, San Francisco, Santa Catarina, municipio de Acaxochitlán del estado de Hidalgo; también estuvo presente en las localidades de Chiagtla, Tlachpanaloya y Chachahuantla, Naupan; Puebla en aguacate criollo mexicano y Hass; en la localidad de Tlachiquillo, Zacualpan Veracruz en *P. americana* var. *drymifolia*; se resalta que en las localidades del municipio de Agua Blanca del estado de Hidalgo no se detectó su presencia al igual que en la localidad de El chifón, Zacualpan Veracruz.

En un estudio realizado por Castañeda-Vildózola *et al.* (2015) se menciona la distribución de *C. perseae* en el municipio de Yatsachi El alto, Oaxaca en *P. flocosa*, en el municipio de Ayahualulco, Jalancingo y Xalapa, Veracruz en *P. americana* var. *drymifolia*; en Comofort, Guanajuato en aguacate Hass y Fuerte en el municipio de Zacapala, Puebla en *P. americana* var. *drymifolia*, en un rango de 1317 – 1954 metros de altitud, así mismo se encuentra distribuido en los estados de Querétaro, Jalisco, Morelos (Peña *et al.*, 2013); en el municipio de Susupuato en Michoacán (Francia-Rico, 2008) y en Ziracuateriro (Coria-Ávalos, 1999). Se puede concluir que *C. perseae* se distribuye junto con su hospedero, preferentemente en huertos comerciales como en los de traspatio.

5.4. Comportamiento de *Cryptasasma perseana* Gilligan y Brown

Durante el desarrollo del estudio se obtuvieron siete ejemplares de *C. perseana* (Figura 8) de frutos de *P. americana* var. mexicana colectados en el suelo en la localidad de Santa Catarina en el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo.

Cuadro 6. Distribución geográfica de *C. perseae* y su hospedero en la región de estudio

Estado	Municipio	Localidad	Altitud (m)	Coordenadas geográficas	Hospedero
Hidalgo	Acaxochitlán	San Juan	1660	20° 11' 39.02" N 98° 08' 25.88" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		San Francisco	1780	20° 11' 41.33" N 98° 09' 06.50" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Santa Catarina	2100	20° 15' 06.30" N 98° 10' 48.30" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Tochtla	1840	20° 23' 91.67" N 98° 16' 77.78" O	Aguacate var. mexicana (criollo)
Puebla	Naupan	Chiagtla	1902	20° 12' 48.92" N 98° 07' 41.80" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Tlachpanaloya	1655	20° 13' 26.54" N 98° 07' 05.14" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
		Chachahuantla	1758	20° 12' 10.90" N 98° 07' 56.09" O	Aguacate var. Hass, var. mexicana (criollo)
Veracruz	Zacualpan	Tlachiquillo	1740	20° 41' 33.30" N 98° 37' 33.70" O	Aguacate var. mexicana (criollo)

La emergencia ocurrió principalmente en época de lluvias, en 2014 la emergencia ocurrió entre julio y septiembre y en cinco especímenes desde julio hasta septiembre y dos más en el mes de junio y julio de 2015 (Figura 9). Las observaciones sobre el ciclo biológico de esta especie indican que el estado larval dura aproximadamente 30 días, la pupa dura 16 días, en total se registraron 46 días; la longevidad del adulto sin alimento fue de 5 – 7 días.

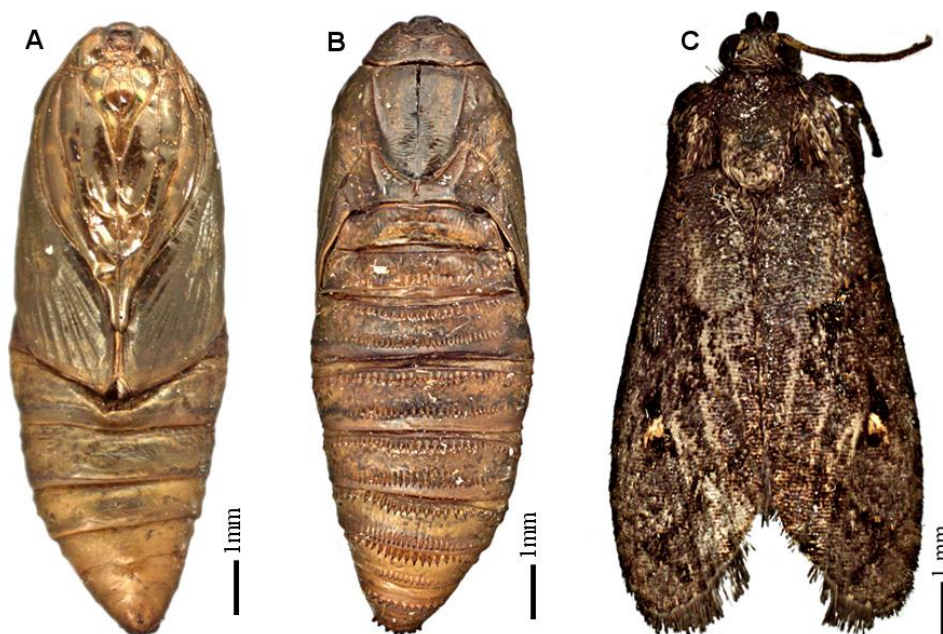


Figura 8. Estados de *Cryptaspasma perseana* obtenidos durante la investigación A) pupa vista ventral, B) pupa vista dorsal, C) adulto.

Cryptaspasma perseana es nativa de Centro America; se ha reportado que ocasiona daños en cultivo de aguacate (Gilligan y Epstein, 2014), en México se reporta de Michoacán hasta Guatemala (Gilligan *et al.*, 2011). Representa un nuevo registro para el estado de Hidalgo en la localidad de Santa Catarina en el municipio de Acaxochitlán.

5.5. Comportamiento de palomilla Tortricidae

En la Figura 11 se ilustran los estados de desarrollo de la palomilla barrenadora no identificada (Tortricidae), especie que también ataca a frutos de *P. americana* var. *drymifolia*. Durante el estudio se obtuvieron siete ejemplares de frutos colectados de suelo en la localidad de San Juan en el municipio de Acaxochitlán en el estado de Hidalgo, con emergencia de cuatro especímenes con emergencia entre de julio a septiembre del 2014 y tres más entre junio y agosto del 2015 (Figura 10), la duración de larva fue de 28 días, 20 días en estado de pupa hasta la emergencia, en total se registraron 48 días; la longevidad del adulto sin alimento fue de 3 – 7 días.

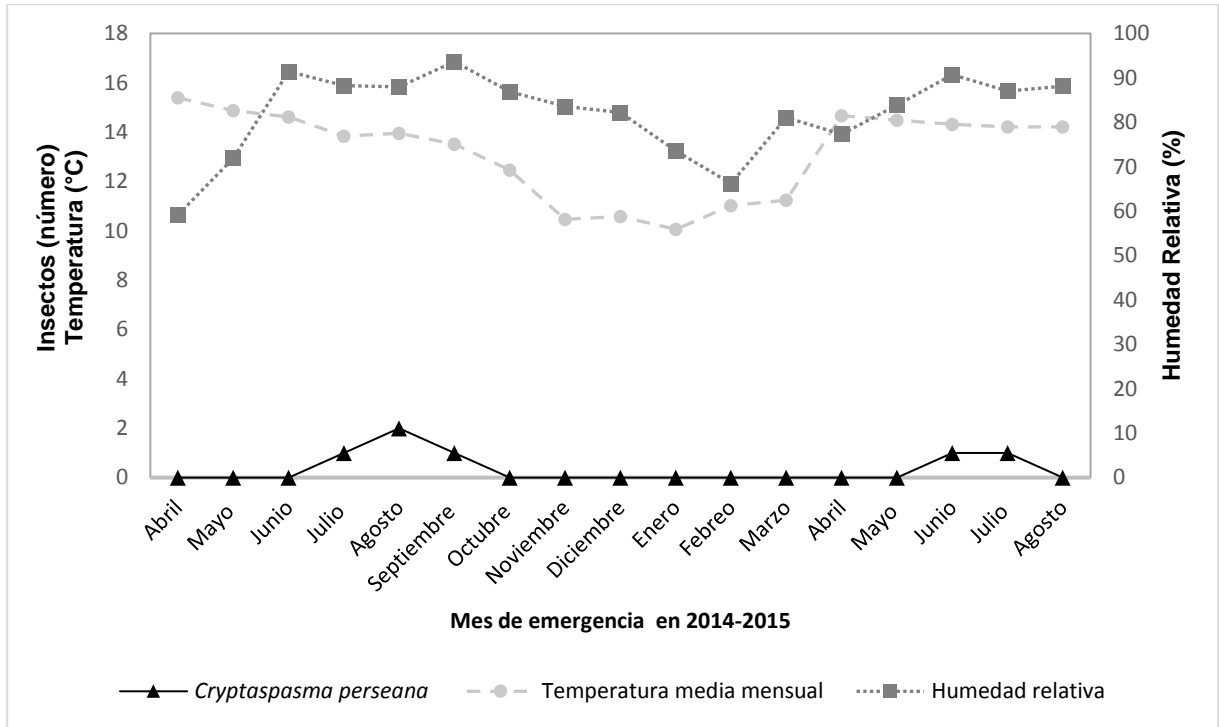


Figura 9. Emergencia de *Cryptaspasma perseana* Gilligan y Brown.

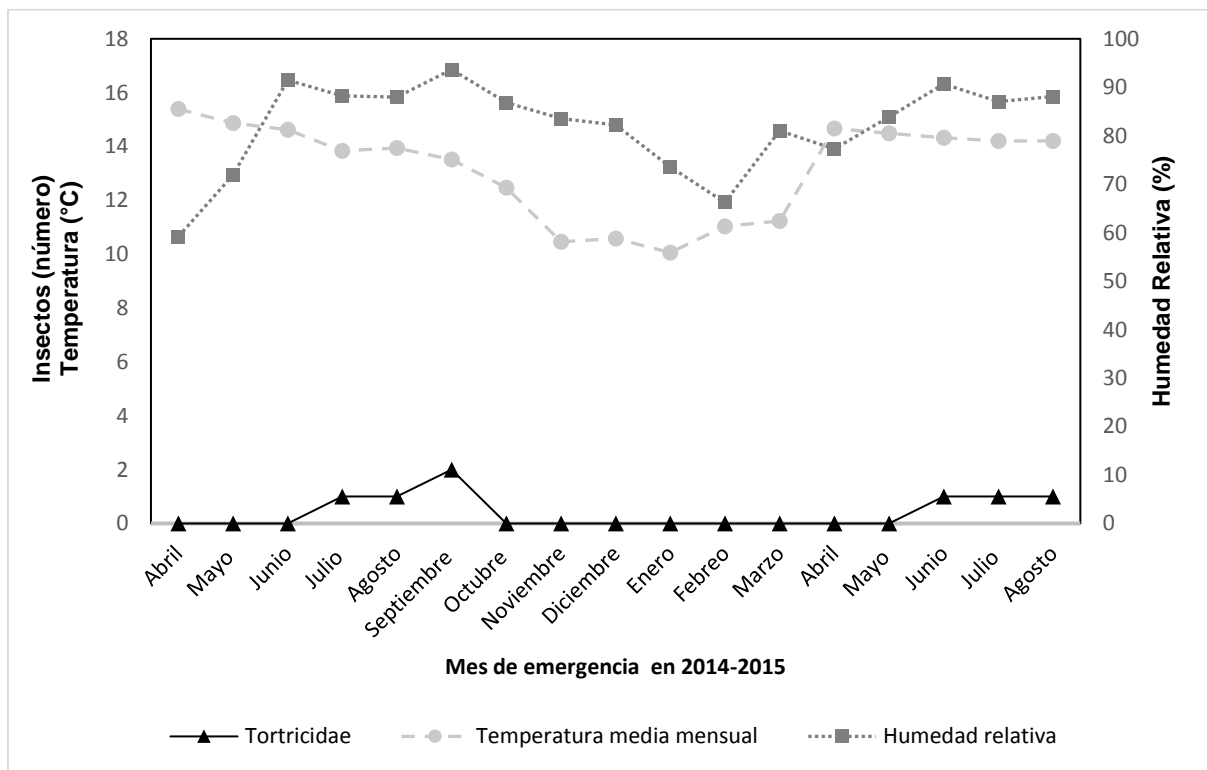


Figura 10. Emergencia de la palomilla Tortricidae.

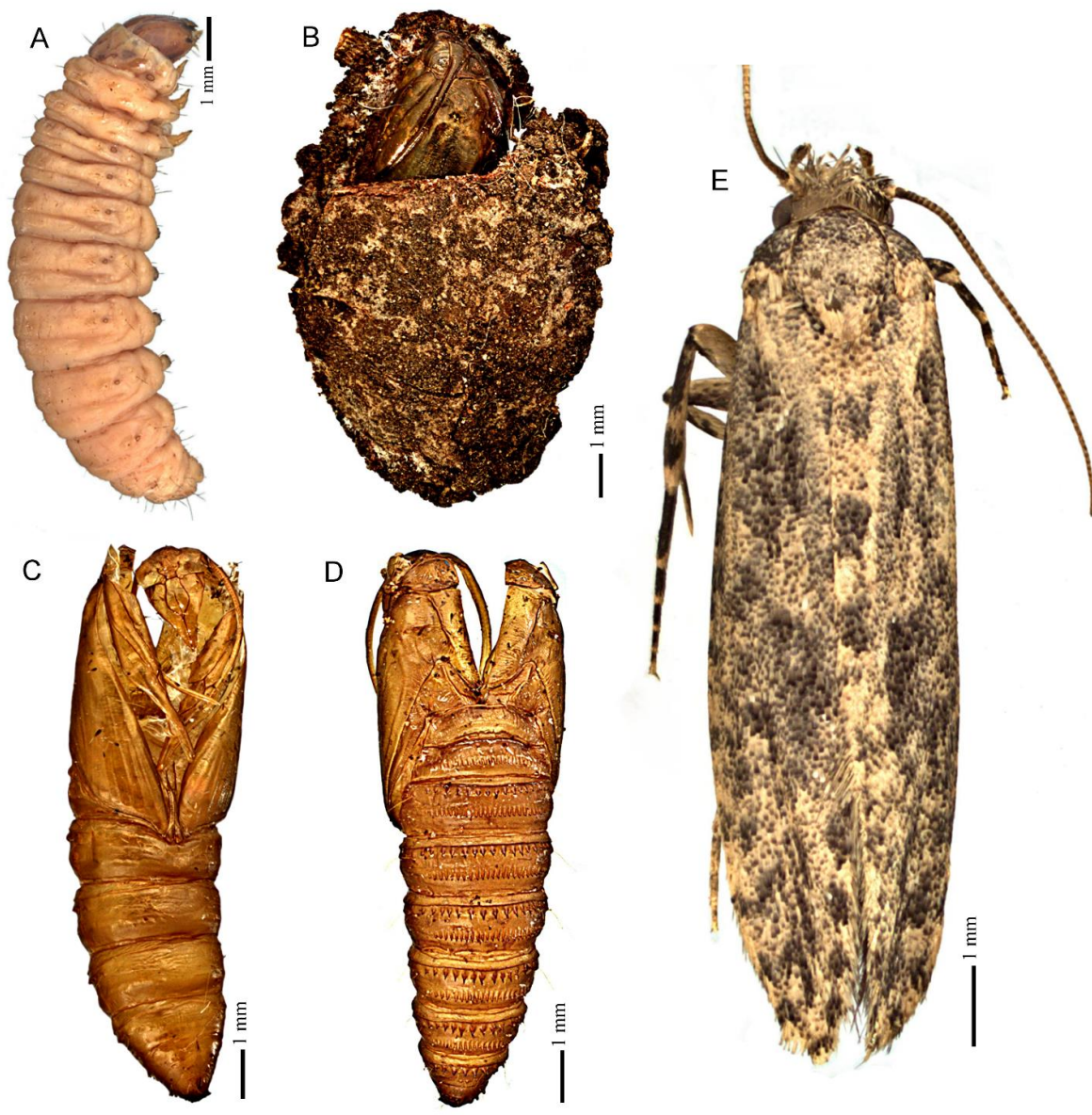


Figura 11. Estados de desarrollo de la palomilla Tortricidae A) larva, B) cocón y pupa, C) exuvia pupal vista ventral, D) exuvia pupal vista dorsal, E) adulto.

5.6. Comparación de la fluctuación poblacional de *Heilipus lauri* y *Conotrachelus perseae* en el área de estudio.

La fluctuación poblacional de ambas especies se ilustra en la figura 12, donde se observó que *H. lauri* y *C. perseae* se encuentran conviviendo todo el año; destacan dos picos poblacionales, el primero durante el inicio del periodo de lluvias en junio y el segundo en el mes de septiembre, el pico de junio pudo ser corroborado durante el segundo año de estudio.

Castañeda-Vildozola *et al.* (2013) reportó por primera vez la convivencia de estas dos especies en particular en la localidad de San Juan, en el Municipio de Acaxochitlán en el estado de Hidalgo. En otros estudios realizados se habían reportado estas plagas por separado dentro de un mismo nicho ecológico. Cabe destacar que durante el pico poblacional de la temporada de lluvias (junio) la especie dominante es *C. perseae* en tanto que en el pico de septiembre la especie dominante es *H. lauri*.

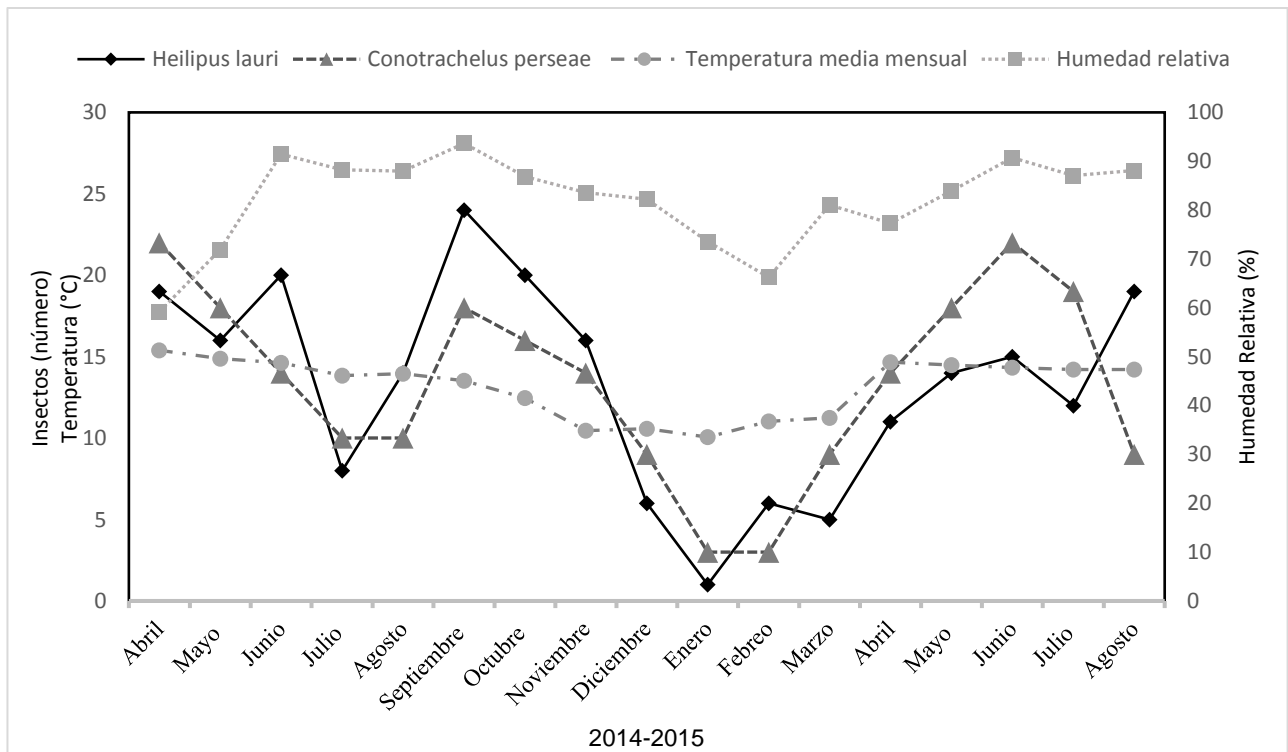


Figura 12. Fluctuación poblacional de *Heilipus lauri* y *Conotrachelus perseae* en la región este del estado de Hidalgo en 2014-2015.

5.7. Evaluación de los daños ocasionados por los barrenadores en la región

5.7.1. *Heilipus lauri*

En la región de estudio se logró determinar que *Heilipus lauri* tiene como hospedero principal a *Persea americana* Mill. y se establece en *P. americana* var. *drymifolia* y *P. americana* var. Hass.

En las localidades pertenecientes al municipio de Acaxochitlán, Hidalgo y en las localidades pertenecientes al municipio de Naupan, Puebla; la preferencia de ataque en *P. americana* var. *drymifolia* fue del 30 % y para aguacate Hass del 70%. Para las localidades del municipio de Agua Blanca, Hidalgo y en las localidades de El chiflón del municipio de Zacualpan, Veracruz el ataque fue del 100% en aguacate criollo mexicano en muestras únicamente de esta variedad; es decir, que durante el estudio no se obtuvieron muestras de aguacate Hass, debido a que en estas localidades esta variedad es de nueva introducción con árboles relativamente jóvenes sin producción (árboles no más de tres años sin flores y frutos), para la localidad de Tlachiquillo Zacualpan, Veracruz predominó el aguacate criollo mexicano; cuantificándose daño del 80%. El tamaño preferente de fruto atacado también fue un factor que se logró obtener (Figura 13 y Cuadro 7).



Figura 13. Tamaño de fruto atacado por barrenadores de la semilla *H. lauri* y *C. perseae* en la región de estudio.

Cuadro 7. Tamaño promedio del fruto susceptible al ataque de *H. lauri*.

Variedad	Rango (cm)	Ancho (cm) Promedio \pm SD [†]	Rango (cm)	Largo (cm) Promedio \pm SD [†]
Criollo	1 – 5	1.99 \pm 0.90	1.5 – 6	3.11 \pm 1.25
Hass	2 – 7	4.18 \pm 1.53	2 – 11	5.37 \pm 1.76

[†] Desviación estándar

5.7.2. *Conotrachelus perseae*

En *C. perseae* también se logró cuantificar su tamaño y variedad en la región de estudio; para las localidades pertenecientes al municipio de Acaxochitlán y las localidades del municipio de Naupan, Puebla; la preferencia de *P. americana* var. *drymilofia* fue de 70% mientras que para aguacate Hass se cuantificó un 30%. En las localidades del municipio de Agua Blanca, Hidalgo y las dos localidades del municipio de Zacualpan, no se reporta presencia de daño por este barrenador, a excepción de la localidad de Tlachiquillo municipio de Zacualpan Veracruz, en donde la preferencia por aguacate criollo mexicano apenas fue del 20%; de igual manera se logró obtener el tamaño de fruto susceptible al ataque de este barrenador (Cuadro 8).

Cuadro 8. Tamaño promedio del fruto susceptible al ataque de *C. perseae*.

Variedad	Rango (cm)	Ancho (cm) Promedio \pm SD [†]	Rango (cm)	Largo (cm) Promedio \pm SD [†]
Criollo	1.5 – 5	2.0 \pm 0.92	1 – 6	3.08 \pm 1.22
Hass	1.7 – 7	4.13 \pm 1.50	2 – 9	5.18 \pm 1.60

[†] Desviación estándar

5.7.3. Preferencia de ataque por posición cardinal

De manera general en cada sitio de estudio también se obtuvo el punto cardinal preferido y más susceptible a ataque por barrenadores de frutos de las especies dominantes estudiadas. En aguacate criollo raza mexicana se registró un 44% y en aguacate Hass un 35% de daño; en ambos casos en dirección al Este (Cuadro 9). También se logró obtener el número promedio de orificios por fruto causado por los barrenadores presentes en la región de estudio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Incidencia de daño ocasionado por los barrenadores de la semilla en la región de estudio.

Variedad	Rango	Numero de orificios por fruto Promedio \pm SD [†]	% ataque por posición cardinal			
			N [§]	S	E [¶]	O
Criollo	1 – 3	1.35 \pm 0.47	14	19	44	23
Hass	1 – 4	2.06 \pm 0.91	16	23	35	26

[†] Desviación estándar

[§] Punto con mayor susceptibilidad al ataque de barrenadores en la región.

[¶] Punto menos preferente al ataque de los barrenadores.

6. CONCLUSIONES

Se registró la presencia de cuatro especies barrenadoras de la semilla del aguacate en la zona de estudio; *Heilipus lauri*, *Conotrachelus perseae*, *Cryptaspasma perseana*, y una palomilla sin determinar de la familia Tortricidae.

Las especies más importantes por la incidencia de daños en la zona de estudio fueron *H. lauri* y *C. perseae*; las palomillas barrenadoras *Cryptaspasma perseana* y especie no determinada (Tortricidae) se consideran especies secundarias, esto por el daño que ocasionan solo en frutos de suelo.

Se reporta por primera vez la ocurrencia de cuatro especies barrenadoras de la semilla del aguacate para un mismo municipio, en localidades cercanas entre sí del municipio de Acaxochitlán en el estado de Hidalgo.

Las especies dominantes *H. lauri* y *C. perseae* coincidieron en su fluctuación poblacional, en donde *H. lauri* presenta mayor dominancia en junio y *C. perseae* en septiembre.

El ciclo biológico de *H. lauri* fue de 79.66 ± 4.56 días, la longevidad del adulto sin alimento fue de 27.83 ± 2.89 días; para *C. perseae* fue de 69.39 ± 6.35 días, la longevidad del adulto sin alimento fue de 18.75 ± 2.31 días.

La preferencia de tamaño del fruto por *H. lauri* en aguacate Hass fue de 4.18 ± 1.53 cm de ancho y 5.37 ± 1.76 cm de largo; mientras que en *P. americana* var. *drymifolia* fue de 1.99 ± 0.90 cm de ancho y 3.11 ± 1.25 cm de largo respectivamente. El tamaño preferido por *C. perseae* en aguacate Hass fue de 4.13 ± 1.50 cm de ancho y 5.18 ± 1.60 cm de largo y en aguacate criollo mexicano fue de 2.0 ± 0.92 de ancho y 3.08 ± 1.22 cm de largo. Ambas especies con preferencia de ataque en el punto cardinal Este.

H. lauri se encuentra distribuido en cuatro localidades del municipio de Acaxochitlán y en dos localidades del municipio de Agua Blanca Hidalgo respectivamente; en tres localidades del municipio de Naupan, Puebla y en tres localidades del municipio de Zacualpan, Veracruz; en hueros de traspatio.

C. perseae se encuentra distribuido en cuatro localidades del municipio de Acaxochitlán, Hidalgo; en tres localidades del municipio de Naupan, Puebla y en una localidad del municipio de Zacualpan, Veracruz, en huertos de traspatio.

Se detectaron dos nuevas palomillas de la familia Tortricidae en el municipio de Acaxochitlán, *Cryptasasma perseana* en la localidad de Santa Catarina y otra que solo se determinó a familia en la localidad de San Juan; ambas obtenidas de frutos recolectados en el suelo, ambas en *P.americana* var. *drymifolia*.

7. LITERATURA CITADA

- Acevedo, E., Vázquez, J. y Sosa, C., 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa *Stenomacra* *catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae). *Agrociencia*, 9, pp. 17-24.
- Ávila-Quesada, G., Téliz-Ortiz, D., Vaquera-Huerta, H., Gónzales-Hernández, H., y Johansen-Naime, R., 2005. Progreso temporal del daño por trips (Insecta: Thysanoptera) en aguacate (*Persea americana* Mill.). *Agrociencia*, 39, pp.441-447.
- Bailez, O.E. y Viana-Bailez, A.M., 2003. Life-history of the guava weevil , *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera : Curculionidae), under laboratory conditions. *Neotropical entomology*, 32(2), pp.203–207.
- Barrientos-Priego, A. y López-López, L., 1984. Historia y genética del aguacate. Disponible en: www.avocadosource.com/.../CICTAMEX_1998-2001_PG_100-121.pdf.
- Barrientos-Priego, A.F., Muñoz-Pérez, R. B., Reyes, A. J. C., Borys, M. W., y Martínez-Damián, M. T., 2015. Taxonomía, cultivares y portainjertos. In D. Téliz y A. Mora-Aguilera, eds. *El aguacate y su manejo integrado*. Montecillo, Texcoco Edo. de México: Biblioteca Basica de Agricultura, pp. 29–60.
- Bernal, E.J.A. y Díaz, D.C.A., 2005. Generalidades del cultivo. In *Tecnología para el cultivo del Aguacate*. Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, p. 241.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A. y Johnson, N.F., 1989. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects 7th Editio. C. A. Triplehorn y N. F. Johnson, eds., USA: Saunders College Publishing.
- Caicedo, R.L., Varón, D. E., Bacca, T., y Carabali, A., 2010. Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), pp.129–136.
- Camero, C.O.J., Johansen, N. R., Retanas, A., García, M. O., Cantú, S. M., y Carvajal, C. C., 2010. Thrips (Thysanoptera) del aguacate (*Persea americana*) en Nayarit, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), pp.47–51.

- Castañeda-Vildozola, A., Franco-Mora, O., Pérez-López, D., Nava-Díaz, C., Váldez-Carrasco, J., y Vargas-Rojas, L., 2013. Association of *Heilipus lauri* Boheman and *Conotrachelus perseae* Barber (Coleoptera : Curculionidae) on avocado in Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 67(2), pp.116–118.
- Castañeda-Vildózola, A., 2008. Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri* (Coleoptera:Curculionidae) en la región central de México. Texcoco de Mora, Edo. de México: Colegio de Postgraduados.
- Castañeda-Vildózola, A., Equihua-Martínez, E., Franco-Mora, O., Gónzales-Huerta, A., y Palacios-Torres, R., 2012. Longevidad, fertilidad y fecundidad de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: curculionidae:Molytinae) bajo condiciones de laboratorio. *Boletín del Museo de entomología de la Universidad del Valle*, 13(2), pp.1–7.
- Castañeda-Vildózola, A., Del Ángel-Coronel, O., Cruz-Castillo, J. G., y Váldez-Carrasco, J., 2009. *Persea schiedeana* (Lauraceae), nuevo hospedero de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Veracruz, México. *Neotropical entomology*, 38(6), pp.871–2.
- Castañeda-Vildózola, Á., Franco-Mora, O., Reyes, J. C., Ruiz-Montiel, C., Váldez-Carrasco, J., y Equihua-Martínez, A., 2015. New distribution records of the small avocado seed weevil , *Conotrachelus perseae* Barber (Coleoptera : Curculionidae), in Mexico and notes on its biology. *The Coleopterists Bulletin*, 69(2), pp.267–271.
- Coria, V.M., Pescador, A., López, E., Lezama, R., Salgado, R., López, M., Muñoz, J., 2007. Autoecología del barrenador de ramas *Copturus Aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) del aguacate en Michoacán, México. In *Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate)*. Viña Del Mar, Chile, p. 11.
- Coria-Ávalos, V.M., 1999. Ciclo de vida, fluctuacion poblacional y control del barrenador de la semila del agucate (*Conotrachelus perseae* Barber, C. *aguacatae* B.) (Coleóptera: Curculionidae) en Ziracuateiro, Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5, pp.313–318.
- Domínguez, J.V., 2006. Morfología del barrenador pequeño de la semilla *Conotrachelus perseae* (Barber), (Cleoptera: Curculionidae). Texcoco, edo. de México: Colegio de Postgraduados.

- Ebeling, W., 1959. Biology and control of pests affecting noncitrus fruits. In *Subtropical fruit pests*. Los Angeles: University of California, pp. 285–317.
- Equihua-Martínez, A., 2012. Ficha técnica: Barrenador pequeño del hueso del aguacate *Conotrachelus aguacatae* Barber. , p.11.
- Equihua-Martínez, A., Gasca, C.L. y Salinas, C.A., 2015. Plagas del aguacate. In D. Téliz y A. Mora-Aguilera, eds. *El aguacate y su manejo integrado*. Montecillo, Texcoco Edo. de México: Biblioteca Basica de Agricultura, p. 321.
- Estrada-Venegas, E.G., 2015. Ácaros asociados al cultivo del aguacate. In D. Téliz y A. Mora-Aguilera, eds. *El aguacate y su manejo integrado*. Montecillo, Texcoco Edo. de México: Biblioteca Basica de Agricultura, pp. 153–159.
- Francia-Rico, M., 2008. Distribución de los barrenadores de la semilla del aguacate *Conotrachelus aguacatae* Barber y *C. perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán. Colegio de Postgraduados.
- Galindo-Tovar, M.E. y Arzate-Fernández, A.M., 1999. Consideraciones sobre el origen y primera dispersión del aguacate (*Persea americana*, Lauracea). *Cuadernos de Biodiversidad*, pp.11–15.
- Galindo-Tovar, M.E., Ogata-Aguilar, N. y Arzate-Fernández, A.M., 2008. Algunos aspectos de aguacate (*Persea americana* Mill.) La diversidad y domesticación en Mesoamérica. *Recursos genéticos y la evolución de cultivos*, 55, pp.441–450.
- Gilligan, T., Baixeras, J., Brown, J., y Tuck, K., 2014. T@RTS: Online World Catalogue of the Tortricidae (Ver. 3.0). Disponible en: <http://www.tortricid.net/catalogue.asp>.
- Gilligan, T.M., Brown, J.W. y Hoddle, M.S., 2011. A new avocado pest in Central America (Lepidoptera: Tortricidae) with a key to Lepidoptera larvae threatening avocados in California. *Zootaxa*, 45, pp.31–45.
- Gilligan, T.M. y Epstein, M.E., 2014. *Cryptaspasma* spp. Tortricids of Agricultural Importance. Available at: http://idtools.org/id/leps/tortai/Cryptaspasma_spp.htm [Accessed August 4, 2015].

- Kirchhoff, P., 1960. Mesoamérica sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales, México, D.F.
- Lourenção, A.L., Rossetto, C.J. y Soares, B., 1984. Ocorrência de adultos de *Heilipus cartagraphus* Germar, 1824 (Coleoptera:Curculionidae) danificando frutos de abacateiro. *Bragantia*, 43(1), pp.249–253.
- Lourenção, A.L., Soares, N.B. y Rosado-Neto, G.H., 2003. Ocorrência e danos de larvas de *Heilipus rufipes* Perty (Coleoptera : Curculionidae) em abacateiro (*Persea americana* Mill.) no Estado do Ceará. *Neotropical Entomology*, 32(2), pp.363–364.
- Manrique, B.M., Carabalí, A., Kondo, D. T., y Bacca, T., 2014. Biología del pasador del fruto del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) y búsqueda de sus posibles enemigos naturales. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18(2), pp.79–92.
- Muñiz-Merino, M., Cibrian-Tovar, J. y Nieto-Ángel, R., 2012. Fuentes de atracción y preferencia de oviposición de *Conotrachelus crataegi* Walsh (Coleoptera: Curculionidae) en *Crataegus* spp. (Rosaceae: Maloideae). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), pp.21–37.
- Muñoz, M.J.L. y Rodriguez, B. alexander, 2014. Ácaros asociados al cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en la costa central del Perú. *Agronomía Costarricense*, 38(1), pp.215–221.
- Palacios-Torres, R., Ramírez-Del Ángel, M., Uribe-González, E., Granados-Escamilla, D., Romero-Castañeda, J., y Valdez-Carrasco, J. , 2011. Avocado seed moth, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) in Queretaro, México. *Acta Zoologica Mexicana*, 27(2), pp.501–504.
- Payán-Arzapalo, M.A., Castañeda-Vildózola, Á., Valdéz-Carrasco, J., Emiliano-Cazado, L., Castillo-Márquez, L. E., Sánchez-Pale, J. R., y Reyes-Alemán, J. C., 2015. Determinacion de estadios larvarios de *Conotrachelus perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae). *Southwestern Entomologist*, 40(3), pp.581–588.
- Peña, J.E., Hoddle, M. S., Aluja, M., Palevsky, E., Ripa, R., y Wysoki, M., 2013. Insect and mite pests. In *The Avocado: Botany, Production and Uses*. London, UK: CAB International, pp. 423–487.
- Popenoe, W., 1919. *The Avocados of Mexico: A preliminary report*. California Avocado

Association Annual Report 1918 and 1919, 4, pp.58–74.

Rubio, G.J.D., Posada, F. F. J., Osorio, L. Ó. I., Vallejo, E. L. F., y López, N. J. C., 2009. Primer registro de *Heilipus elegans* atacando el tallo de árboles de aguacate en Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 12(1), pp.59–68.

SAGARPA, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. *Diario oficial*, pp.49–65.

Scora, R.W. y Bergh, B.O., 1992. Origin of and taxonomic relationships within the Genus *Persea*. *Proceedings of Second World Avocado Congress*, pp.505–514.

SIAP, 2014a. Cierre de la producción agrícola por cultivo. *Producción Agrícola*, p.1. Available at: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> [Accessed September 14, 2015].

SIAP, 2014b. Cierre de la producción agrícola por estado. *Producción Agrícola*, p.1. Available at: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> [Accessed September 14, 2015].

Smith, B.D., 1997. The Initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science*, 276(5314), pp.932–934.

Storey, W.B., Bergh, B. y Zentmyer, G.A., 1986. The origin, indigenous range, and dissemination of the avocado. *California Avocado Society 1986 Yearbook*, 70, pp.127–133.

Wilcox, C.D., Done, S. B., McDavid, W. D., y Greer, D. B., 2002. Image tool Windows ver. 3.0, The University of Texas, Health Science Center, Department Dental Diagnostic Science, San Antonio Texas, USA.