



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

**DEPREDACIÓN DE *Catolaccus hunteri* SOBRE HUEVO Y
LARVAS JÓVENES DE *Anthonomus eugenii* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

Tesis que presenta:

GARCÍA MARTÍNEZ YOLANDA

Para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

Tuxtepec, Oaxaca.

Marzo de 2018



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



Colegio de
Postgraduados
COLEGIO DE POSTGRADUADOS
CAMPUS, MONTECILLO

**DEPREDACIÓN DE *Catolaccus hunteri* SOBRE HUEVO Y LARVAS
JÓVENES DE *Anthonomus eugeni* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE)**

GARCÍA MARTÍNEZ YOLANDA

No. de control: 13810017

DIRECTOR INTERNO DE TESIS:

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO

DIRECTOR EXTERNO DE TESIS:

M.C. JUAN EDUARDO MURILLO HERNÁNDEZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

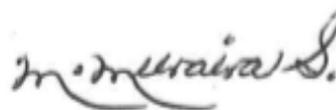
JULIO – NOVIEMBRE, 2017

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2018

El presente proyecto de tesis, de la C. **García Martínez Yolanda**, denominado **Depredación de *Catolaccus hunteri* sobre huevo y larvas jóvenes de *Anthonomus eugeni* (Coleoptera: Curculionidae)**, que se desarrolló en el **Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, estado de México**, fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO



DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

M.C. JUAN EDUARDO MURILLO HERNÁNDEZ



MARZO DE 2018

El presente proyecto de tesis, de la **C. García Martínez Yolanda**, denominado **DEPREDACIÓN DE *Catolaccus hunteri* SOBRE HUEVO Y LARVAS JÓVENES DE *Anthonomus eugeni* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**, que se desarrolló en el **Colegio de Postgraduados campus, Montecillo**, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

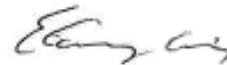
PRESIDENTE

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO



SECRETARIO

ING. ENRIQUE CAVAZOS ARIZPE



VOCAL

M.E. HERMINIA DOMÍNGUEZ PALMEROS



MARZO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

A mi institución, Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan por las facilidades que me ha proporcionado a lo largo de mi carrera, y las herramientas que me ha brindado para desenvolverme en el ámbito académico.

A mis profesores, que me han apoyado, enseñado durante estos años y que me han compartido sus conocimientos.

Al Comité revisor de tesis, integrado por los maestros M.A.E. Mercedes Muraira Soto, M.E. Herminia Domínguez Palmeros e Ing. Enrique Cavazos Arizpe, por su participación, sugerencias y comentarios oportunos para la realización de este trabajo de investigación de licenciatura. Pero, sobre todo, porque cada uno aportó algo importante en mi formación académica, profesional y personal.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, por haber permitido realizar mi tesis de licenciatura y culminar esta fase más de mi formación académica.

Al Dr. José Refugio Lomelí Flores, por el gran apoyo que me ha brindado durante la realización de mi trabajo de investigación, por sus convenientes comentarios, la atención y ayuda en cualquier momento.

Agradezco al Dr. Esteban Rodríguez Leyva, por el apoyo, y disponibilidad para la realización de esta investigación, le expreso mi gratitud por sus valiosas y oportunas observaciones y sugerencias para este trabajo.

Al Dr. Héctor González Hernández, por su apoyo incondicional en todo momento, por los consejos y buenos comentarios y más que nada por su valiosa atención.

En especial agradezco infinitamente a mi maestro Juan Eduardo Murillo Hernández, por su gran apoyo y tiempo que me brindó, por su entusiasmo y disponibilidad para la realización de esta investigación, por la aportación de su conocimiento, por todo el apoyo que me dedicó en la parte experimental, hacer agradable mi estancia en el laboratorio y brindarme su amistad.

A mis amigos, Marlen, Luvia, Manuel Navarro, Luis Alberto Mariel, por ese gran apoyo y amistad que me han brindado en todos los momentos.

A ustedes amigos, Abigail, Brenda y Noel Vicente, gracias por compartir mis alegrías, mis tristezas muchas gracias por el cariño que me brindaron, por sus consejos, sugerencias y por hacer mi estancia más agradable, por su buen humor, que alegró mis días durante este último año.

DEDICATORIA

Le agradezco infinitamente a **Dios** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres: Juan García Fletcher y Florencia Martínez Alcalá

A ti papá gracias por tus consejos, por creer siempre en mí, por no dejarme caer y por tu gran ayuda, comprensión y amor.

A ti mamá por tus consejos duros, por el gran apoyo que me has dado y por todo tu cariño.

A ambos les quiero agradecer por su comprensión, consejos y por la vida que me han dado, por su gran apoyo en los momentos más difíciles, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi actitud y mi coraje para seguir con mis objetivos en este gran camino.

A mis hermanos: Florencia García Martínez, José Juan García Martínez y Ana Lucía García Martínez.

Por ser parte importante en mi vida y representar la unidad familiar, por compartir alegrías y tropiezos de los cuales salimos triunfadores, y por haberme apoyado en todo momento.

A mi hermana mayor por su confianza, por creer en mí, por su apoyo y el haberme llenado de felicidad con la hermosa familia que tiene, que son mis sobrinos.

A mi hermano José Juan por haberme apoyado durante toda mi carrera, y haber confiado en mí, por sus duros consejos.

A mi hermana Anita y Hernán, por su gran apoyo incondicional y no dejarme sola cuando más lo necesité.

A ti, gracias por estar conmigo en todo momento y nunca dejarme caer, por creer en mí, por ser la persona más maravillosa y comprensiva, por tu amor y cariño (somos uno).

CONTENIDO

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	4
1.1.1. Objetivo general	4
1.1.2. Objetivos específicos	4
1.2. HIPÓTESIS.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. ORIGEN DE <i>Capsicum</i> Y DISTRIBUCIÓN DE <i>A. eugenii</i>	6
2.2. IMPORTANCIA CULTURAL Y ECONÓMICA DEL CHILE	6
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Anthonomus eugenii</i>	7
2.4. DESCRIPCIÓN DE <i>Anthonomus eugenii</i>	7
2.4.1. Huevo	8
2.4.2. Larva	8
2.4.3. Pupa	9
2.4.4. Adulto.....	9
2.5. BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA	10
2.6. HÁBITOS Y COMPORTAMIENTO	10
2.7. CICLO BIOLÓGICO	12
2.8. DAÑOS OCASIONADOS	12
2.9. CONTROL CULTURAL Y QUÍMICO	13

2.10. CONTROL BIOLÓGICO	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. MATERIAL BIOLÓGICO.....	17
3.1.1. Insectos	17
3.1.2. Frutos de chile	17
3.1.3. Depredación de <i>C. hunteri</i> sobre huevos de <i>A. eugenii</i>	18
3.1.4. Depredación de <i>C. hunteri</i> sobre larvas jóvenes de <i>A. eugenii</i>	19
3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Porcentaje de depredación de <i>C. hunteri</i> sobre huevo de <i>Anthonomus eugenii</i>	27
4.2. Porcentaje de depredación de <i>C. hunteri</i> sobre larvas de 1 ^{ro} y 2 ^{do} instar de <i>Anthonomus eugenii</i>	22
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. RECOMENDACIONES	27
6. LITERATURA CITADA	28
APÉNDICE	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de <i>A. eugenii</i>	16
Cuadro 2. Porcentaje de depredación de <i>C. hunteri</i>	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo de vida de picudo del Chile <i>Anthonomu eugenii</i>	12
Figura 2. Localización del área de estudio.....	15

RESUMEN

El picudo del chile o barrenillo, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: curculionidae), es la plaga más importante de las diferentes variedades cultivadas de Chile. La abscisión en el fruto que causa al alimentarse y ovipositar en yemas florales y/o frutos inmaduros, puede ocasionar pérdidas en producción hasta del 90 %, si no se implementan medidas de control. El principal método de control se basa en insecticidas dirigidos a los adultos. Sin embargo, no tienen efecto sobre sus estados inmaduros que están protegidos en el interior de los frutos. Por lo tanto, se buscan alternativas como el control biológico para combatir los estados inmaduros de esta plaga. En este trabajo, se determinó el porcentaje de depredación de *Catolaccus hunteri* sobre huevos y larvas jóvenes de *Anthonomus eugenii* en Chile pimiento. Se encontró que *C. hunteri* no depredó huevos de *A. eugenii*, pero obtuvo un porcentaje de depredación del 16.83 ± 3.37 % sobre larvas de 1^{ro} y 2^{do} instar. Se recomienda continuar con investigaciones de este tipo, para generar más información que ayude a planificar mejores estrategias para combatir a este insecto plaga.

ABSTRACT

The pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: curculionidae), is the most important pest of the different cultivated varieties of chili. The abscission of fruits caused by feeding and ovipositing in floral buds and / or immature fruits, can cause losses in production up to 90% if control measures are not implemented. The main control method is based on insecticides aimed at adults. However, they have no effect on their immature states that are protected inside the fruits. Therefore, alternatives such as biological control are being sought to combat the immature stages of this pest. In this work, the percentage of predation of *Catolaccus hunteri* on eggs and young larvae of *Anthonomus eugenii* in pepper chilli was determined. We didn't find that *C. hunteri* depredate eggs of *A. eugenii*, but obtained a predation percentage of $16.83 \pm 3.37\%$ on 1st and 2nd instar larvae. It is recommended to continue with research of this type, to generate more information to help plan better strategies to combat this insect pest.

1. INTRODUCCIÓN

El picudo del chile o barrenillo, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: curculionidae), es considerado la plaga más importante de las diferentes variedades de chile cultivadas (*Capsicum spp*) en los países donde se encuentra distribuido: Ontario, Canadá (Fernández *et al.*, 2017), el sur de Estados Unidos (Elmore *et al.*, 1934; Riley & King 1994; Toapanta *et al.*, 2005), México (Laborde y Pozo, 1984; Quiñonez, 1986), Centroamérica y algunas islas del Caribe (Andrews *et al.*, 1986; Abreu y Cruz, 1985). También, recientemente se detectó y erradicó de invernaderos en Países Bajos (Van Deer Gaag y Loomans, 2013) y se reportó por primera vez en Lazio, Italia, infestando plantas de chile dulce en campo e invernaderos (Speranza *et al.*, 2014).

La abscisión en frutos que causa al alimentarse y ovipositar en yemas florales y/o frutos inmaduros (Elmore *et al.*, 1934; Seal y Schuster 1995; Toapanta *et al.*, 2005), puede ocasionar pérdidas en producción hasta del 90 % si no se implementan medidas de control (Campbell 1924; Elmore *et al.*, 1934; Goff y Wilson 1937; Velasco 1969; Riley y Sparks, 1995; Rodríguez-Leyva *et al.*, 2012).

El principal método de combate de esta plaga son los insecticidas dirigidos a adultos (Seal y Schuster 1995; Servín-Villegas *et al.*, 2008). No obstante, ningún insecticida de contacto tiene efecto sobre sus estados inmaduros que están protegidos dentro de los frutos.

Algunos autores (Mariscal *et al.*, 1998; Rodríguez-Leyva *et al.*, 2007, 2012) señalan que la integración de más herramientas de combate, específicamente, parasitoides, dentro de un programa de manejo integrado de plagas (MIP) podría reducir las aplicaciones de insecticidas e incrementar los niveles de control.

La diversidad de parasitoides de picudo del chile en México incluye 11 especies pertenecientes a cinco familias (*Pteromalidae*, *Eupelmidae*, *Eulophidae*, *Braconidae*, *Eurytomidae*) (Mariscal *et al.*, 1998; Rodríguez-Leyva *et al.*, 2007, 2012). De éstas, *Catolaccus hunteri* (Crawford) (Hymenoptera: Pteromalidae) es la que se encuentra con mayor frecuencia y abundancia atacando a *Anthonomus eugenii* de manera natural en EE.UU. (Riley y Schuster, 1992) y México (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2007, 2012).

Sólo de esta especie se tienen reportes de parasitismo en campo, por ejemplo: Cortez *et al.* (2005) reportaron 2 % de parasitismo en jalapeño, Schuster *et al.* (1988) indicaron 50% de parasitismo de las larvas de picudo del chile por este parasitoide en frutos de jalapeño recolectados del suelo y 20% en pimiento. Por su parte, Riley y Schuster (1992) señalaron que no se detectó parasitismo en frutos en el suelo con diámetros mayores a 2.5 cm. A pesar de que los porcentajes de parasitismo reportados no son prometedores, se sabe que este parasitoide es sinovigénico y se alimenta de larvas de tercer instar de su huésped (host feeding) (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2000).

Torres- Ruiz *et al.* (2015) reportó un porcentaje de depredación de larvas de picudo de entre 40 a 60% en chile pimiento en semicampo, con estos resultados se podría sugerir que este parasitoide pudiera tener mayor potencial como depredador. Sin embargo, no se reporta si la depredación se ejerció en larvas de tercer instar o larvas jóvenes.

Por lo tanto, aún se desconoce si *C. hunteri* tiene la capacidad de alimentarse de huevos y larvas jóvenes (1^{ro} y 2^{do} instar) de *A. eugenii*. Es por esto, que el objetivo de este trabajo fue determinar el porcentaje de depredación de *Catolaccus hunteri* sobre huevos y larvas jóvenes de *Anthonomus eugenii* en chile pimiento.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Determinar el porcentaje de depredación de *Catolaccus hunteri* sobre *Anthonomus eugenii*.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar el porcentaje de depredación de *Catolaccus hunteri* sobre huevo de *Anthonomus eugenii*.

Determinar el porcentaje de depredación de *Catolaccus hunteri* sobre larvas de 1^{ro} y 2^{do} instar de *Anthonomus eugenii*.

1.2. HIPÓTESIS

Catolaccus hunteri tiene la capacidad de alimentarse de huevo y larvas jóvenes (1^{ro} y 2^{do} instar) de *Anthonomus eugenii*, no sólo de larva de 3^{er} instar como se ha reportado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación, se describe el origen e importancia del chile, así como la distribución, clasificación taxonómica, descripción, biología y ciclo de vida de *Anthonomus eugenii*.

2.1. ORIGEN DE *Capsicum* Y DISTRIBUCIÓN DE *A. eugenii*

El chile (*Capsicum spp*) es una hortaliza nativa de América, una parte de su origen y distribución de este cultivo es México (Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012). Por otra parte, es probable que el origen de *Anthonomus eugenii* Cano sea mesoamericano (Clark y Burke, 1996).

Esta plaga se encontró por primera vez dañando frutos de pimiento en el estado de Guanajuato (Cano y Alcacio, 1894); *Anthonomus eugenii*, actualmente se distribuye desde Ontario, Canadá (Fernández *et al.*, 2017), Estados Unidos (Elmore *et al.*, 1934; Riley y King 1994; Toapanta *et al.*, 2005), México (Laborde y Pozo, 1984; Quiñonez, 1986), Centroamérica y algunas islas del Caribe (Andrews *et al.*, 1986; Abreu y Cruz, 1985). También, recientemente se detectó y erradicó de invernaderos en Países Bajos (Van Deer Gaag y Loomans, 2013) y se reportó por primera vez en Lazio, Italia, infestando plantas de pimiento en campo e invernaderos (Speranza *et al.*, 2014).

2.2. IMPORTANCIA CULTURAL Y ECONÓMICA DEL CHILE

Existe evidencia arqueológica de que esta planta se ha cultivado desde hace más de 6 000 años, por lo que este gran historial de selección ha dado un buen lugar a diferentes variedades, su picor es medido en unidades Scoville.

En México en 2012 se sembraron aproximadamente 150, 000, ha de chiles (SIAP, 2012), y se ha seguido incrementando la superficie sembrada, en el 2016 se cultivaron 173,146 de hectáreas de este producto, de las cuales se produjeron 135,720 toneladas de chile seco y 2 millones 601,308 toneladas de chile verde. Destaca que 92% de la producción de chile verde en el país correspondió a los chiles jalapeño, morrón, poblano, serrano, chilaca y anaheim. Los chiles secos de uso común en nuestro país son: ancho, mulato, chilhuacle, chipotle, morita, colorado y de árbol (SIAP, 2017).

Se reportó que en México el valor de producción de chile durante 2016 fue alrededor de \$24, 142, 000.00 (SIAP, 2016). Se han estimado pérdidas económicas en producción de entre 70 a 80 millones de dólares anualmente, por causa de picudo del chile (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2012); no obstante, al incrementarse anualmente la superficie sembrada en la actualidad esta estimación de pérdidas económicas debe ser mayor.

2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Anthonomus eugenii*

Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae), también conocido como el picudo, o barrenillo del chile, es un insecto asociado a plantas de la familia solanácea (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de *A. eugenii*.

Nombre común:	Picudo del chile.
Clase:	Insecta.
Orden:	Coleóptera.
Familia:	Curculionidae.
Género:	<i>Anthonomus</i> .
Especie:	<i>Anthonomus Eugenii</i> Cano.

(CESAVEG, 2005; Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

2.4. DESCRIPCIÓN DE *Anthonomus eugenii*

El picudo del chile para tener una generación completa requiere de 20 a 30 días, dependiendo del clima. Los adultos son de larga vida y producen generaciones superpuestas, por lo que es difícil determinar el número de generación con precisión (Capinera, 2002). Los adultos del picudo miden generalmente no más de 3 mm, los machos poseen mucrones metatibiales más grandes y gruesas que las hembras, una característica útil para determinar el sexo (Eller, 1995).

2.4.1. Huevo

La oviposición puede comenzar dentro de dos días de apareamiento. Los huevos son blancos cuando son depositados, pero con el tiempo se vuelven amarillos. Son ovaes en forma y medida de 0.53 mm de longitud y 0.39 mm en anchura.

Los huevos se depositan individualmente debajo de la superficie del capullo o vaina (A1. a). La hembra crea una cavidad de huevo con sus piezas bucales antes de depositar el huevo, y sella la punción que contiene el huevo con un líquido marrón que se endurece y oscurece. Las hembras pueden depositar huevos a una tasa de cinco a siete huevos por día, y la fecundidad promedia 341 huevos, pero está en casi 600 en algunos individuos (Capinera, 2002).

2.4.2. Larva

Las larvas son de color blanco a gris, con una cabeza de color marrón amarillento. Carecen de piernas torácicas y tienen pocos pelos grandes o cerdas (A 1. b). Las larvas son agresivas, con solo una larva sobreviviendo dentro de un brote, aunque más de una puede ocurrir dentro de una fruta más grande. Hay tres instares larvales. El primer instar mide aproximadamente 1 mm de longitud (rango 0.8-1.5 mm). El segundo mide aproximadamente 1.9 mm de longitud (rango 1.3 a 2.6 mm), y el tercer estadio mide alrededor de 3.3 mm (rango 2.2 a 5.0 mm).

Tiempo medio de desarrollo de las larvas es de aproximadamente 1.7, 2.2 y 8.4 días para los estadios 1, 2 y 3, respectivamente (Capinera, 2002).

2.4.3. Pupa

La cámara pupal es frágil y se encuentra dentro de la flor o fruto. La pupa se asemeja al adulto en su forma, excepto que las alas no están completamente desarrolladas y se encuentran grandes setas en el protórax y el abdomen. La pupa es blanca cuando se formó por primera vez, pero finalmente se vuelve amarillenta con ojos marrones (Figura A. 1 c). La duración media de la etapa pupal es de 4.7 días (rango de 3 a 6 días) (Capinera, 2002).

2.4.4. Adulto

El adulto emerge de la cámara pupal 3 o 4 días después de haberse formado. Un limpio, redondo agujero marca el escape del escarabajo de la yema o fruta. El escarabajo negruzco es de forma ovalada y varía de 2.0 a 3.5 mm de longitud y de 1.5 a 1.8 mm en anchura. El cuerpo está fuertemente arqueado y con un largo, pico fuerte como es típico de este género. El tórax y los élitros están cubiertos principalmente con escamas pequeñas. Las antenas son largas y marcadamente expandidas en la punta. Todos los fémures tienen un diente afilado. El color es oscuro caoba a casi negro (Figura A 1. d). La alimentación comienza inmediatamente después de la emergencia (Capinera, 2002).

2.5. BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA

La biología de picudo fue descrita por primera vez por Cano y Alcacio (1894), Walker (1905) y Pratt (1907); el estudio biológico completo lo hicieron los autores Elmore *et al.*, (1934).

Anthonomus eugenii Cano se alimenta y desarrolla en diferentes especies de Solanáceas, pero es la plaga más importante de pimientos, *Capsicum spp* (Patrock y Schuster, 1992). Los picudos adultos se alimentan de los brotes florales, frutas e incluso hasta de las hojas. Las larvas se desarrollan completamente dentro de las yemas florales y frutos inmaduros (Elmore *et al.*, 1934; Seal y Schuster, 1995; Toapanta *et al.*, 2005).

Existen tres instares y la cantidad de generaciones por año depende sólo de la temperatura y disponibilidad de recursos alimenticios (Elmore *et al.*, 1934). El picudo del chile se desarrolla dentro de un rango de temperatura (10-30°C), pero el rango excelente es de 27 a 30°C (Toapanta *et al.*, 2005).

2.6. HÁBITOS Y COMPORTAMIENTO

El picudo del chile tiene algunas particularidades en su biología que lo convierten en el primer problema en este cultivo cuando comienza la floración.

El hecho de que las larvas se desarrollan dentro del fruto, otros parámetros biológicos como alta fecundidad, capacidad de sobrevivencia incluso sin alimentación, capacidad de vuelo, largo periodo de oviposición, y capacidad de alimentarse de hospederas alternas, hacen al picudo una plaga difícil de controlar. La longevidad de los adultos en condiciones de laboratorio ha sido de aproximadamente 90 días y algunos autores señalan que sin alimento puede sobrevivir hasta 3 semanas a temperaturas entre 4.4 °C y 6.6 °C (Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

Las hembras prefieren las frutas jóvenes para la alimentación y la oviposición, pero también puede usar botones florales, flores abiertas y frutas maduras para poner huevos (Patrock y Schuster, 1992).

En los pinchazos de alimentación se coloca un solo huevo y los orificios se sellan con una secreción anal que sirve como un "tapón de oviposición" (Figura A1. a) (Elmore *et al.*, 1934).

El periodo de oviposición de este insecto se ve afectado por factores como disponibilidad de alimento y temperatura, en general en condiciones de laboratorio a 27 °C es de alrededor de 50 días. Una hembra puede depositar de uno hasta nueve huevos por día, de acuerdo nuevamente a condiciones ambientales y de disponibilidad de alimento (Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

2.7. CICLO BIOLÓGICO

La duración del ciclo biológico de picudo del chile (*A. eugenii*) y el número de generaciones anuales está determinado por la disponibilidad de sus hospederas y la temperatura (Figura 1).



Figura 1. Ciclo de vida de picudo del chile *Anthonomus eugenii*
Fuente: Valdez - Carrasco, J. 2012.

2.8. DAÑOS OCASIONADOS

Los picudos causan dos tipos de daño en los frutos de chile: uno por alimentación del adulto y el otro por alimentación y desarrollo de la larva. Los adultos usan los frutos y botones florales de chile para su

alimentación, en los botones florales se alimentan de los tejidos que forman los estambres y anteras (donde está el polen), en el caso de los frutos se alimentan directamente de la pared (pericarpio) de éste. La alimentación en botones y frutos muy pequeños casi siempre ocasiona su caída. Cuando la presión de la plaga es alta, la alimentación en frutos medianos y grandes puede formar cicatrices que pueden restar valor estético en el mercado (CESAVEG 2005 y Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

No obstante, el daño más importante de picudo del chile es el producido por la alimentación y desarrollo de la larva dentro del fruto, ellas se alimentan generalmente de la placenta y las semillas dentro de frutos inmaduros, lo que provoca un obscurecimiento de las semillas y tejidos asociados (Figura A 2.a). El daño por larvas en frutos provoca amarillamiento del cáliz y pedúnculo, pero sobretodo la caída prematura del fruto, provocando una merma en la producción (Figura A 2. b). La presencia de los frutos con esos síntomas es un claro indicio de la infestación por este insecto (CESAVEG 2005 y Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

2.9. CONTROL CULTURAL Y QUÍMICO

Las prácticas actuales de manejo contra el picudo del chile consisten en una combinación de control cultural y químico. De acuerdo con Riley y King (1994), el control sobre *Anthonomus eugenii* está centrado en prácticas culturales durante los primeros 40 años que fue introducido en los Estados Unidos. La falta de otras tácticas fue

explicada por la dificultad de alcanzar el insecto dentro de la fruta (Walker, 1905).

Los insecticidas inorgánicos disponibles durante esos años, especialmente el arseniato de calcio, no pudieron ser utilizados debido a la toxicidad humana (Elmore y otros, 1934, Elmore y Campbell, 1954), ya que se observó que provocaban problemas secundarios de plagas en el cultivo (Folsom, 1927; Elmore *et al.*, 1934). Los insecticidas han mejorado en selectividad para otras plagas, pero no han mejorado en la eficacia contra las etapas inmaduras del picudo del chile.

La susceptibilidad de picudo del chile en estado adulto se evaluó frente a siete de los insecticidas más usados en el noroeste de México. Todos los insumos evaluados fueron de grado técnico, incluido el (CA) Carbaril, Metomil y Oxamil: (OF) Azinfós metílico, Metamidofós. (PIR) Cilflrutín y (OC) Endosulfán. La mayoría de los valores de LC_{50} que es el parámetro más común para determinar la toxicidad se observaron para Metomil y Oxamil. Que presentan las dosis más bajas para matar el 50% de picudo del chile (Servín- Villegas *et al.*, 2008).

Los siguientes valores más altos de LC_{50} se observaron para Metamidofós y Endosulfán que a menudo son muy recomendados por asesores agrícolas locales que los consideran muy efectivos en el control de plagas de amplio espectro y algunas veces incluso indicados amigables con insectos benéficos (Gómez *et al.*, 2000 y Servín *et al.*, 2006).

2.10. CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es parte del control natural de las poblaciones, y se puede definir como “la acción de parásitos, predadores, o patógenos en el mantenimiento de la densidad poblacional de otros organismos a niveles menores de los que podrían ocurrir en su ausencia” (Torres-Ruiz y Rodríguez-Leyva, 2012).

Debido a que los insecticidas convencionales no pueden alcanzar a las larvas de picudo dentro de los frutos sin incrementar los riesgos de intoxicación en los seres humanos, por mucho tiempo se ha pensado en la importancia que puede tener la inclusión de algún enemigo natural que ataque a los huevos, larvas o pupas de picudo del chile, que están protegidos por los frutos.

Existe una gran diversidad de parasitoides de picudo del chile en México, incluye 11 especies pertenecientes a cinco familias (*Pteromalidae*, *Eupelmidae*, *Eulophidae*, *Braconidae*, *Eurytomidae*) (Mariscal *et al.*, 1998; Rodríguez-Leyva *et al.*, 2007, 2012). De éstas, *Catolaccus hunteri* (Crawford) (Hymenoptera: Pteromalidae) es la que se encuentra con mayor frecuencia y abundancia atacando a *A. eugenii* de manera natural en EE.UU. (A. 2) (Riley y Schuster, 1992) y México (Rodríguez-Leyva *et al.*, 2007, 2012). Sin embargo, hasta el momento ninguno de los parasitoides que se conocen ha logrado un efectivo control sobre el picudo del chile.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Control Biológico e Invernadero del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Texcoco, ubicado en la región oriente del estado de México. Sus coordenadas geográficas son de 19.30° N, 98.53° O, colinda al norte con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, San Andrés Chiautla, y Chiconcuac, al sur con Chimalhuacán e Ixtapaluca; al oeste con Atenco y Nezahualcóyotl y al este con los estados de Tlaxcala y Puebla (Figura 2).



Figura 2. Localización del área de estudio.
Fuente: Google Maps.

3.1. MATERIAL BIOLÓGICO

3.1.1. Insectos

Se utilizaron hembras adultas de picudo del chile de 10 días de edad y previamente apareadas y con experiencia de oviposición, provenientes de una colonia establecida en el laboratorio de Control Biológico del Colegio de Postgraduados (Campus Montecillo). Las hembras de *C. hunteri* fueron de 15 días de edad y también estuvieron previamente apareadas y con experiencia de oviposición, éstas fueron proporcionadas por Koppert México.

3.1.2. Frutos de chile

Plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad “Camelot” se mantuvieron en un invernadero del Colegio de Postgraduados. Éstas se produjeron y mantuvieron en condiciones de invernadero en bolsas de plástico negro de 30 cm de diámetro y 40 cm de altura. Como sustrato se utilizó arena de tezontle. Las plantas se regaron diariamente con solución nutritiva (Ultrasol® Desarrollo 18-6-18 a 1 g/l) mediante un sistema de riego por goteo. Los frutos que se utilizaron en los experimentos estuvieron aún en etapa inmadura, de aproximadamente 5 cm de diámetro.

3.1.3. Depredación de *C. hunteri* sobre huevos de *A. eugenii*

Todos los experimentos se llevaron a cabo en condiciones controladas 27 ± 2 °C, $60\pm 5\%$ HR, 12:12 L:O, para infestar con picudo los frutos de pimiento, en una jaula de plástico con capacidad de 3.8 litros (con ventanas de tela de organza), se colocaron juntos 15 frutos y 30 hembras de picudo, durante 24 horas. Posteriormente, se retiraron los frutos y con un microscopio estereoscopio se contabilizó el número de oviposturas en cada fruto.

Para evaluar depredación, la unidad experimental consistió en un vaso de plástico de $\frac{1}{2}$ litro de capacidad (con ventanas de tela de organza), donde se confinaron frutos con diferentes cantidades de oviposturas hasta completar entre 15 a 20 oviposturas e inmediatamente se introdujeron dos hembras de *C. hunteri* al tratamiento; el testigo permaneció sin parasitoide. Los frutos y los parasitoides se mantuvieron juntos por 1.5 días para asegurar que los parasitoides sólo estuvieran en contacto con huevos de picudo y no con larvas (Toapanta *et al.*, 2005).

Una vez transcurrido este periodo, se retiraron los parasitoides y se contabilizó el número de huevos depredados en cada unidad experimental. Se realizaron 10 repeticiones por tratamiento y el experimento se replicó tres veces en el tiempo. El porcentaje de depredación se estimó de la siguiente manera: el número huevos depredados / número total de huevos X 100.

3.1.4. Depredación de *C. hunteri* sobre larvas jóvenes de *A. eugeni*

Todos los experimentos se llevaron a cabo en condiciones controladas 27 ± 2 °C, $60\pm 5\%$ HR, 12:12 L:O, para infestar con picudo los frutos de pimiento, en una jaula de plástico con capacidad de 3.8 litros (con ventanas de tela de organza), se colocaron juntos 15 frutos y 30 hembras de picudo, durante 24 horas. Posteriormente, se retiraron los frutos y con un microscopio estereoscopio se contabilizó el número de oviposturas en cada fruto.

Para evaluar depredación sobre larvas jóvenes (1^{ro} y 2^{do} instar), la unidad experimental consistió en un vaso de plástico de $\frac{1}{2}$ litro de capacidad (con ventanas de tela de organza), donde se confinaron frutos con diferentes cantidades de oviposturas hasta completar entre 15 a 20 oviposturas. Se mantuvieron así durante 3.5 días e inmediatamente se introdujeron dos hembras de *C. hunteri* al tratamiento y el testigo permaneció sin parasitoide, esto para asegurar que las larvas en los frutos fueran de primer instar. Los frutos y los parasitoides permanecieron juntos por 1.5 días para asegurar que los parasitoides sólo estuvieran en contacto con larvas de 1^{ro} y 2^{do} de picudo y no con larva 3 (Toapanta *et al.*, 2005).

Una vez transcurrido este periodo, se retiraron los parasitoides y se contabilizó el número de larvas sanas y depredadas en cada unidad experimental (Figuras A4, A5, A6, A7). Se realizaron 10 repeticiones por tratamiento y el experimento se replicó tres veces en el tiempo.

El porcentaje de depredación se estimó de la siguiente manera: el número de larvas depredadas / número total de larvas X 100.

3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Sólo en el caso de porcentaje de depredación de *C. hunteri* sobre larvas de 1^{ro} y 2^{do} instar de *A. eugenii* se realizó una prueba de t de Student mediante el programa Statistix 8.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes:

4.1. PORCENTAJE DE DEPREDACIÓN DE *C. Hunteri* SOBRE HUEVO DE *Anthonomus eugenii*

En este experimento no se realizó un análisis estadístico, debido a que, en ningún caso, el parasitoide depredó huevos de *Anthonomus eugenii*. Se sabe que los parasitoides para localizar a sus huéspedes se guían por medio de semioquímicos que se producen cuando el hospedero es atacado por el herbívoro; pero también, pueden utilizar señales visuales (Tumlinson *et al.*, 1993; Quicke, 1997).

En algunos casos donde el huésped se encuentra dentro de frutos u otros tejidos de plantas los parasitoides pueden recurrir a otras señales para localizar a sus huéspedes. Por ejemplo, se sabe que los *Pteromálidos*, *Bracónidos*, *Eulophidos*, detectan y encuentran a sus presas por medio de vibrotaxis, vibraciones que los huéspedes provocan al moverse o alimentarse (Meyhofer y Casas, 1999).

En la detección de estas vibraciones intervienen sésulos en sus patas o antenas, que son estructuras especializadas para percibir estas señales en un ambiente (Ríos- Casanova, 2011).

Una vez conociendo cómo los parasitoides localizan a sus hospederos, una probable explicación al por qué no respondieron los parasitoides a depredar huevos de picudo del chile, pudiera ser, que en el estadio de huevo no se produzcan sonidos o vibraciones detectables y sea por esto que el parasitoide no ataque y se alimente de huevos.

4.2. PORCENTAJE DE DEPREDACIÓN DE *C. hunteri* SOBRE LARVAS DE 1^{ro} y 2^{do} INSTAR DE *Anthonomus eugenii*

En este experimento se observaron diferencias entre los dos tratamientos ($t = 4.21$; $gl = 59$; $P = 0.0001$). Se obtuvo un porcentaje medio de depredación de 16.83 ± 3.37 % de *C. hunteri* sobre larvas jóvenes de *A. eugenii* con valores máximos de hasta el 60% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de depredación de *C. hunteri*.

Tratamiento	N	Depredación %		
		Media \pm E.E (%)	Mín.	Máx.
Larva + Parasitoide	30	16.83 \pm 3.37	0.00	60.00
Testigo	30	00.00 \pm 0.00	0.00	0.00

En otros trabajos como el de Gómez-Domínguez *et al.* (2012), donde se evaluó depredación de *C. hunteri* sobre diferentes estadios de picudo del chile (huevo, larvas jóvenes, larvas maduras y pupas) exponiéndolos mediante cápsulas de Parafilm, se reportó que las hembras sólo pudieron alimentarse de larvas maduras (100%) y pupas jóvenes (33%). En contraste con los resultados aquí obtenidos, es probable que las condiciones que proporcionan las cápsulas de Parafilm sean en gran medida diferentes a las que proporciona un fruto de chile y, por lo tanto, esto haya sido el factor que provocó que los parasitoides no se lograran alimentar de las larvas jóvenes.

Por otro lado, Torres- Ruiz *et al.* (2015) reportaron un porcentaje de depredación de larvas de picudo entre 40 a 60% en chile pimiento en semicampo; sin embargo, no se reporta si la depredación se ejerció en larvas de tercer instar o larvas jóvenes; también, el periodo de exposición con el parasitoide fue mayor. Por lo tanto, el porcentaje de depredación que ellos reportan y que difiere del casi 17 % que aquí se obtuvo, puede ser el total de depredación ejercida por el parasitoide en los tres instares larvales del picudo y, por lo tanto, difiere del reportado en larvas jóvenes.

La depredación reportada por Torres- Ruiz *et al.* (2015) contrasta con reportes de parasitismo de *C. hunteri* sobre el picudo del chile, Cortez *et al.* (2005) reportaron 2 % de parasitismo en jalapeño, Schuster *et al.* (1988) indicaron 50% de parasitismo en frutos de jalapeño recolectados del suelo y 20% en pimiento.

Con esta información, se podría sugerir que *C. hunteri* tendría mayor impacto sobre el picudo del chile actuando como depredador que como parasitoide; no obstante, al comportarse de ambas maneras pudiera aumentar los niveles de control sobre la plaga (Figura A8, A9).

Además, algunos autores (Murillo-Hernández *et al.*, 2017), señalan que este parasitoide pudiera tener mayor potencial para controlar al picudo del chile en variedades de frutos con diámetros pequeños con pericarpio delgado como en “Chile de árbol” y “Habanero” que en “Pimiento” “Jalapeño” y “Serrano”, pues el tamaño del ovipositor de este parasitoide aunado a las características intrínsecas de cada variedad de chile, podrían influenciar positiva o negativamente los niveles de control ejercidos sobre el picudo del chile.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. *C. hunteri* no depredó huevos de *A. eugenii*.
2. *C. hunteri* si tiene la capacidad de alimentarse sobre larvas de 1^{ro} y 2^{do} ínstar de *Anthonomus eugenii*.

5.1. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con investigaciones de este tipo, para generar más información que ayude a planificar mejores estrategias para combatir a este insecto plaga.

6. LITERATURA CITADA

- Abreu, E., & C. Cruz. 1985. Occurrence of pepper weevil *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 59: 223-224.
- Andrews, K., A. Rueda, G. Gandini, S. Evans, A. Arango, & M. Avedillo. 1986. A supervised control program for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano, in Honduras, Central America. *Tropical Pest Management* 32: 1-4.
- Burke, H. R., & R. E. Woodruff. 1980. The pepper weevil (*Anthonomus eugenii* Cano) in Florida (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Dept. Agr. Consumer Serv. Entomol. Cir. 219. 4p.
- Campbell, R. E. 1924. Injuries to pepper in California by *Anthonomus eugenii* Cano. *Journal of Economic Entomology* 17: 645-647.
- Cano & Alcacio, D. 1894. El barrenillo. *La Naturaleza*. 2: 377-379.
- Capinera, L. J. 2002. Pepper Weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). University of Florida. 278:
- CESAVEG, 2005. Ficha técnica de *Anthonomus eugenii*. 1-2.
- Clark, W. E., & H. R. Burke. 1996. The species of *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) associated with plants in the family Solanaceae. *Southwest. Entomol. Suppl.* 19: 1-114.
- Cortez M. E., D. E. Cabanillas, & B. D. Armenta. 2005. Parasitoides y parasitismo natural del picudo del chile *Anthonomus eugenii* en el norte de Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist*. 30: 181-190.
- Eller, J. Fred .1995. A previously unknown sexual character for the pepper weevil (Coleoptera: curculionidae). *Florida Entomologist*. 78:181-1
- Elmore, J. C., A. C. Davis, & R. E. Campbell. 1934. The pepper weevil. USDA. Technical Bulletins 447. 27 pp.

- Elmore, J. C., & R. E. Campbell. 1954. Control of the pepper weevil. *J. Econ. Entomol.* 47: 1141-114.
- Fernandez, D.C., Sinclair, B.C., Van Laerhoven, S. & Labbé, R. 2017. Biology & overwintering potential of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae). *IOBC-WPRS Bulletin*, 124: 224-229.
- Folsom, J. W. 1927. Calcium arsenate as a cause of aphids infestation. *J. Econ. Entomol.* 20: 840-843.
- Goff, C. C., & J. W. Wilson., 1937. The pepper weevil. University of Florida, Agricultural Experiment Stations Bulletin. 310: 3-11.
- Gómez, Y., J. V. Ramírez, B. Sandoval & A. Bolaños. 200°. Alternativas biológicas y orgánicas en el control de *Anthonomus eugenii* en chile picante. *Manejo integrado de plagas (Costa Rica)*. 57:74-77.
- Gómez-Domínguez, N. S., J. R. Lomeli-Flores, E. Rodríguez-Leyva, J. M. Valdez-Carrasco, & A. Torres-Ruiz. 2012. Ovipositor of *Catolaccus hunteri* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae) and implications for its potential as biological control agent of pepper weevil. *Southwestern Entomologist* 37: 239-241.
- Laborde, J. A., & A. Pozo. 1984. Presente y pasado del chile en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Publicacion Especial No. 85. México. 80 pp.
- Mariscal, E., J. L. Leyva, & R. Bujanos. 1998. Parasitoides del picudo del chile, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en Nayarit, México. *Vedalia* 5: 39-46.
- Meyhöfer, R., & J. Casas. 1999. Vibratory stimuli in host location by parasitic wasps. *Journal of Insect Physiology* 45: 967-971
- Murillo-Hernández J. E., J.R. Lomeli-Flores, E. Rodríguez-Leyva, A. Torres-Ruiz, M. T. Santillán-Galicia. & E. Muñiz-Reyes .2017. Parasitismo potencial de dos parasitoides de huevo-larva sobre *anthonomus eugenii* (Coleoptera: curculionidae) en dos variedades de chile. *Memorias, XL congreso nacional de control biológico, Mérida, Yucatán, nov, 2017.*
- Patrock, R. J., & D. J. Schuster. 1992. Feeding, oviposition, and development of the pepper weevil (*Anthonomus eugenii* Cano) on selected species of Solanaceae. *Trop. Pest Manag.* 38: 65-69.

- Pratt, F. C. 1907. Notes on the pepper weevil. USDA. Bur. Entomol. Bul. 63: 55-58.
- Quiñonez, P. F. 1986. Dinámica de poblaciones y daño de plagas del fruto y efecto de daño simulado en el rendimiento de chile Jalapeño, pp. 21-30. In M. M. Rivera & M. E. Montes (eds.). Primer día del horticultor. SARH, INIFAP, pub. Esp. 6.
- Quicke, D.L.J., 1997. Parasitic Wasps. Chapman and Hall, London.
- Riley, D. G., D. J. Schuster. 1992. The occurrence of *Catolaccus hunteri*, a parasitoid of *Anthonomus eugenii*, in insecticide treated bell pepper. Southwestern Entomologist 17: 71-72
- Riley, D. G., & E. G. King. 1994. Biology and management of pepper weevil *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae): a review. Trends Agricultural Science 2: 109-121.
- Riley, D. G., & A. N. Sparks, JR. 1995. The Pepper Weevil and its Management. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University. College Station. L-5069
- Rios-Casanova, L. 2011. ¿Que son los parasitoides?.20-25 p.
- Rodríguez-Leyva, E., J. L. Leyva., V. Gómez., N. M. Bárcenas, & G. W. Elzen. 2000. Biology of *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitoid of pepper weevil and boll weevil. Annals of Entomological Society of America 93:862-868.
- Rodríguez-Leyva, E., P. A. Stansly, D. J. Schuster, E. Bravo-Mosqueda .2007. Diversity and distribution of parasitoids of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) from México and prospects for biological control. Florida Entomologist 90: 693-702.
- Rodríguez-Leyva, E., J. R. Lomeli-Flores, J. M. Valdez-Carrasco, R. W. Jones, P. A. Stansly., 2012. New records and locations of parasitoids of the pepper weevil in México. Southwestern Entomologist 37: 73-83.
- Seal, D. R., & D. J. Schuster. 1995. Control of pepper weevil, *Anthonomus eugenii*, in west-central and south Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 108: 220-225.
- Servín, R., J. L. García-Hernández, B. Murillo, A. Tejas & J. L. Martínez. 2006. Stability of insecticide resistance of silverleaf withefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the absence of selection pressure. Folia Entomologica Mexicana. 45:27-34.

- Servín-Villegas R., J. L. García-Hernández, A. Tejas-Romero, J. L. Martínez-Carrillo & M. A. Toapanta. 2008. Susceptibility of pepper weevil (*Anthonomus eugenii* Cano) (Coleoptera: Curculionidae) to seven insecticides in rural areas of Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24: 45-54.
- Schuster, D. J., D. G. Riley, J. F. Price, & J. B. Kring. 1988. Pepper weevil and sweetpotato whitefly management on pepper. Univ. Fla., IFAS, Bradenton GCREC Res. Rpt. BRA1988-19.
- SIAP. 2012. Producción agrícola por cultivo. México. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (Fecha de consulta 26 de febrero de 2018).
- SIAP. 2016. Producción agrícola. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola (Fecha de consulta 26 de febrero de 2018).
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (Fecha de consulta de 2018).
- Speranza, S., E. Colonnelli, A. P. Garonna, S. Laudonia. 2014. First record of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) in Italy. *Florida Entomologist* 97: 844-845.
- Toapanta, M. A., D. J. Schuster, & P. A. Stansly. 2005. Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) at constant temperatures. *Environmental Entomology* 34: 999-1008.
- Torres-Ruiz, A., E. Rodríguez-Leyva. 2012. Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero, con énfasis en el picudo del chile. Koppert Biological Systems. 50 p.
- Torres-Ruiz, A., M. B. Toledo-Mercado, J. C. Velázquez-González, M. B. Velásquez-González. 2015. Parasitismo y depredación de *Catolaccus hunteri crawford* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Eupelmus cushmani* (Hymenoptera: Eupelmidae) y *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae), sobre chiles infestados con *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). *Memoria de Control Biológico* 110-530.
- Tumlinson, J. H., W.J. Lewis, & E. M. Louise. Vet. 1993. How Parasitic Wasps Find Their Hosts. 100-106 p.
- Van der Gaag, D. J., & A. Loomans. 2013. Pest risk analysis for *Anthonomus eugenii*. Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority Utrecht, the Netherlands. 1-64 p. http://www.vwa.nl/txmpub/files/?p_file_id=2203788

Velasco, P. H. 1969. Evaluación de pérdidas, preferencia de oviposición del picudo o barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano). Efectividad de varios insecticidas y reacción de diferentes variedades a su ataque. Agricultura Técnica en México 499-507.

Walker, C. M. 1905. The pepper weevil (*Anthonomus aeneotinctus* Champ). USDA. Bur. Entomol. Bul. 54: 43-48

APÉNDICE

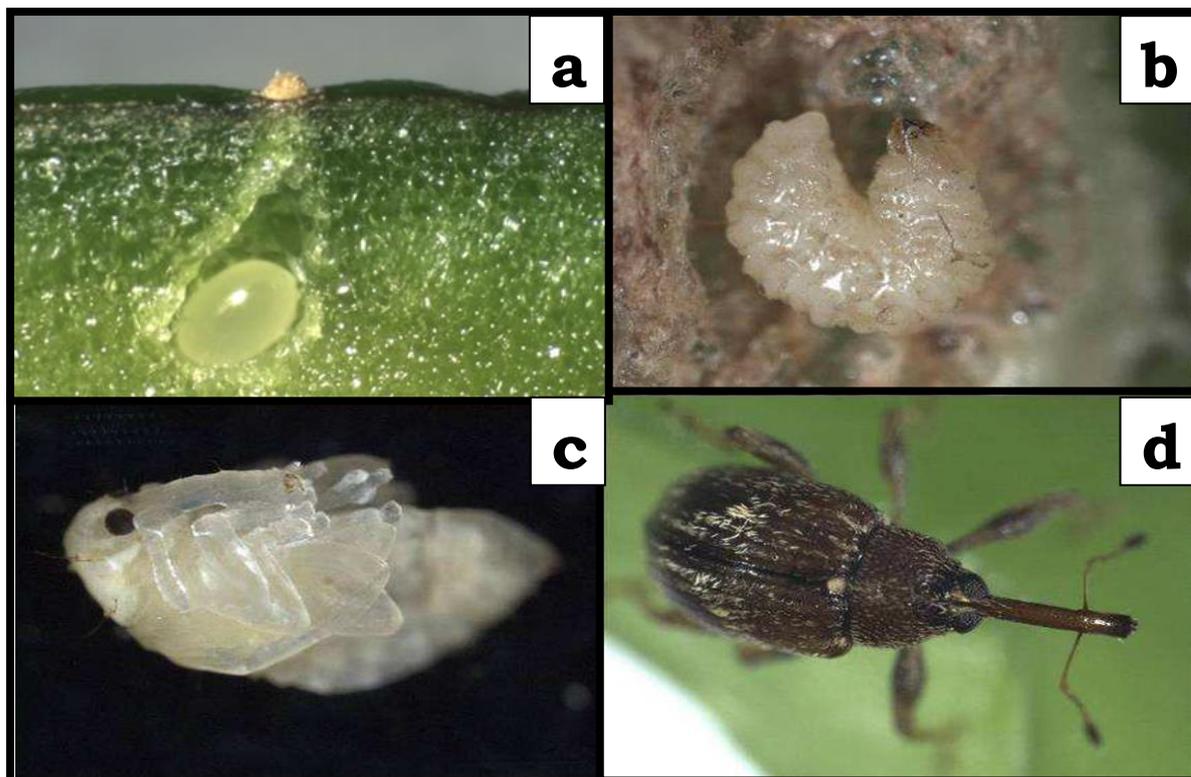


Figura A 1. *Anthonomus eugenii*, (a) huevo 1, (b) larva 2), c) pupa 3, (d) adulto 4.

Fuente: Dirk Jan van der Gaag y Antoon Loomans, 2013; Murillo-Hernández, 2017.



Figura A 2. *C. hunteri* (Hembra)

Fuente: Valdez- Carrasco, J.

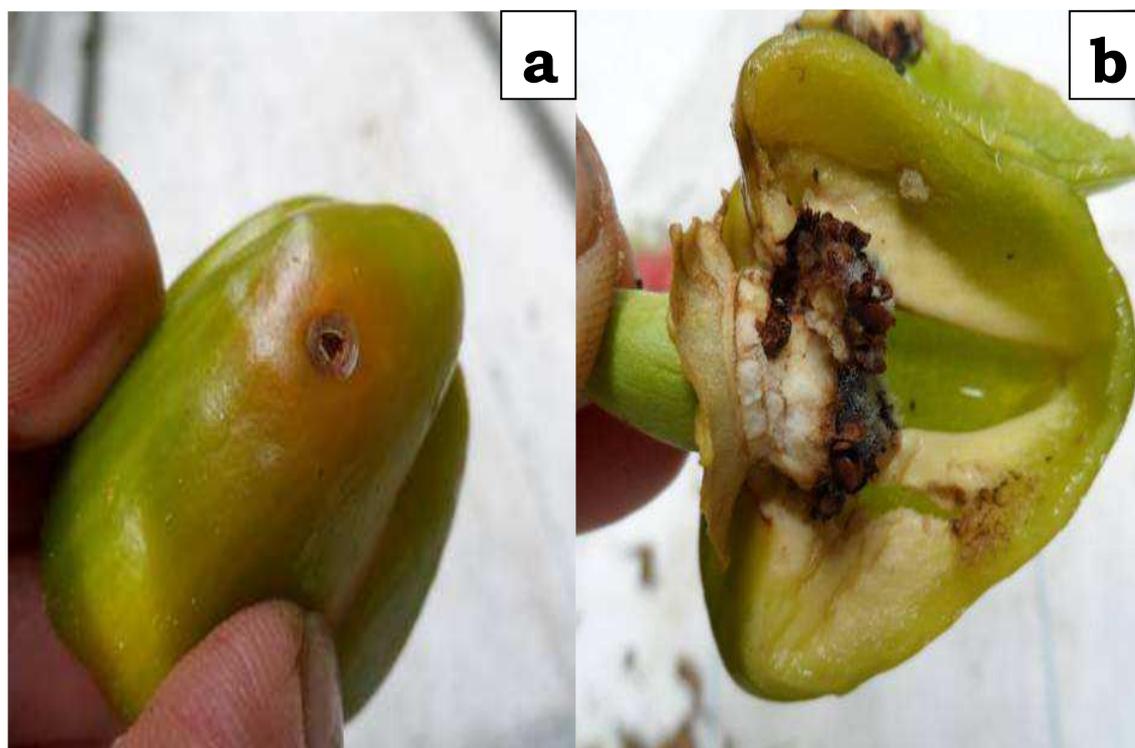


Figura A 3. (a) Agujero de emergencia 1, (b) daño en las semillas de fruta joven debido a la alimentación de larvas.

Fuente: Dirk Jan van der Gaag y Antoon Loomans, 2013.



Figura A 4. Larva depredada y flácida de picudo del chile.
Fuente: Valdez-Carrasco, J. y García-Martínez, 2017.

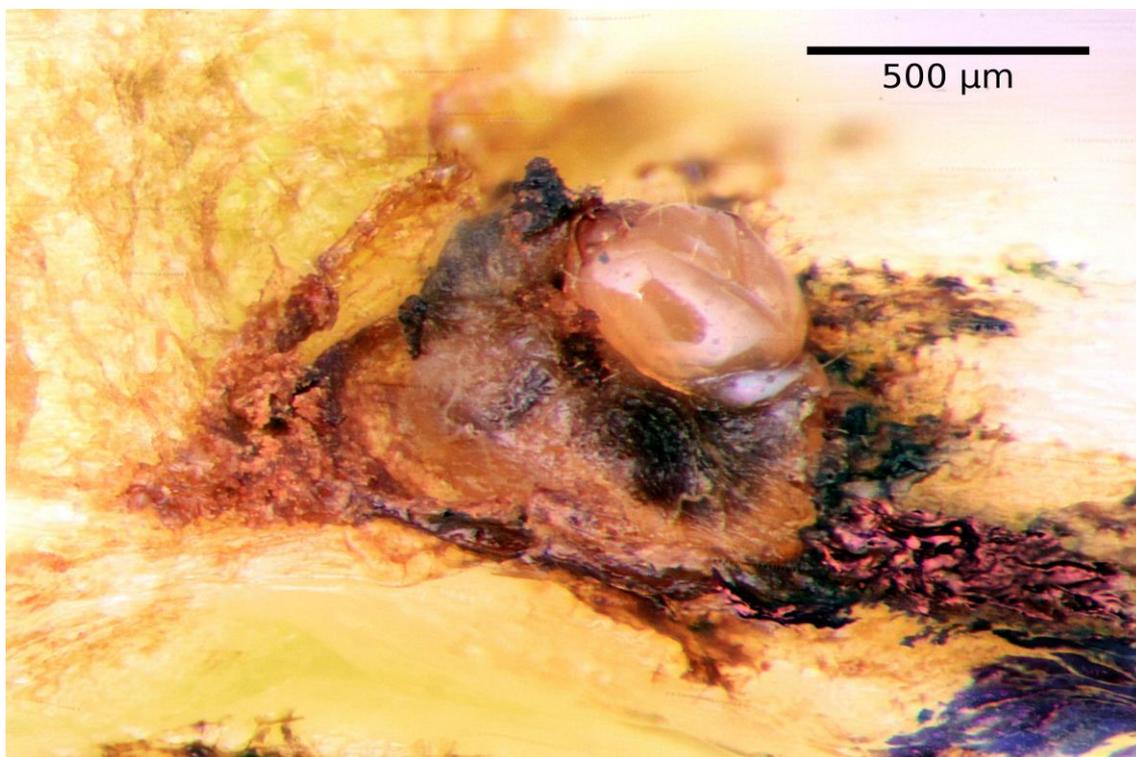


Figura A 5. Larva del picudo del chile depredada.
Fuente: Valdez - Carrasco, J. y García-Martínez, 2017.

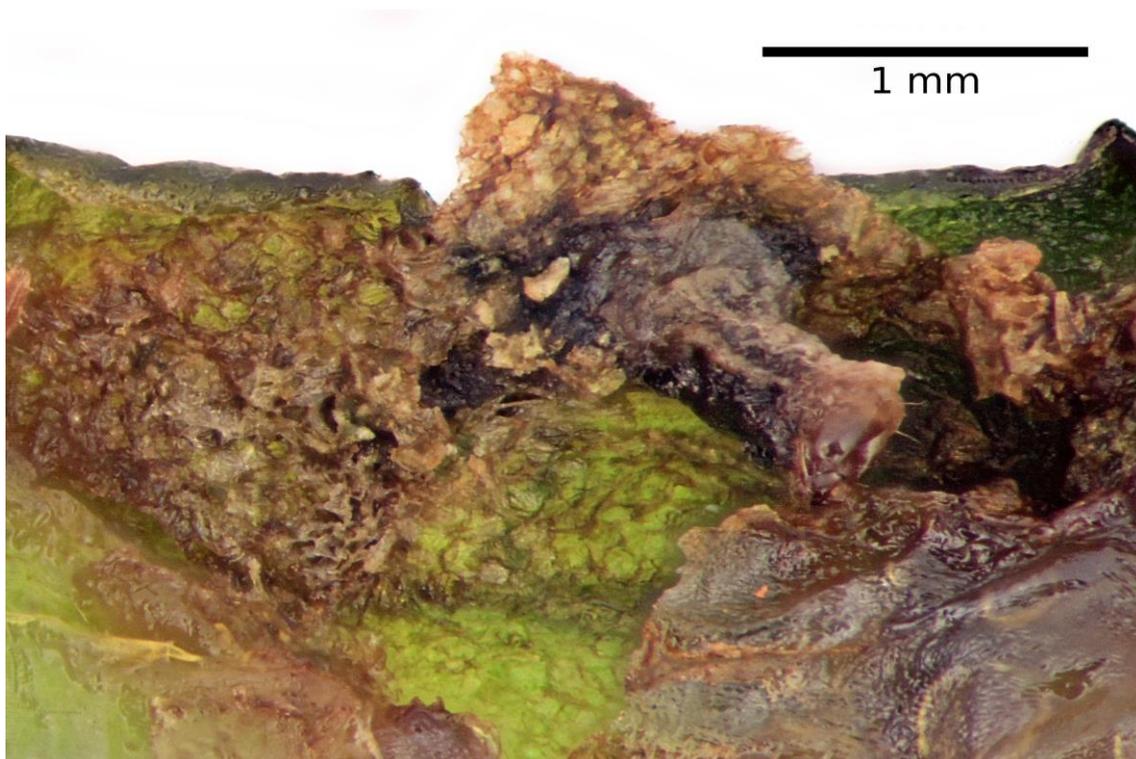


Figura A 6. Larva de picudo del chile depredada.
Fuente: Valdez - Carrasco, J. y Murillo-Hernández, 2017.



Figura A 7. Larva de picudo del chile depredada.
Fuente: Valdez - Carrasco, J. y García-Martínez, 2017.

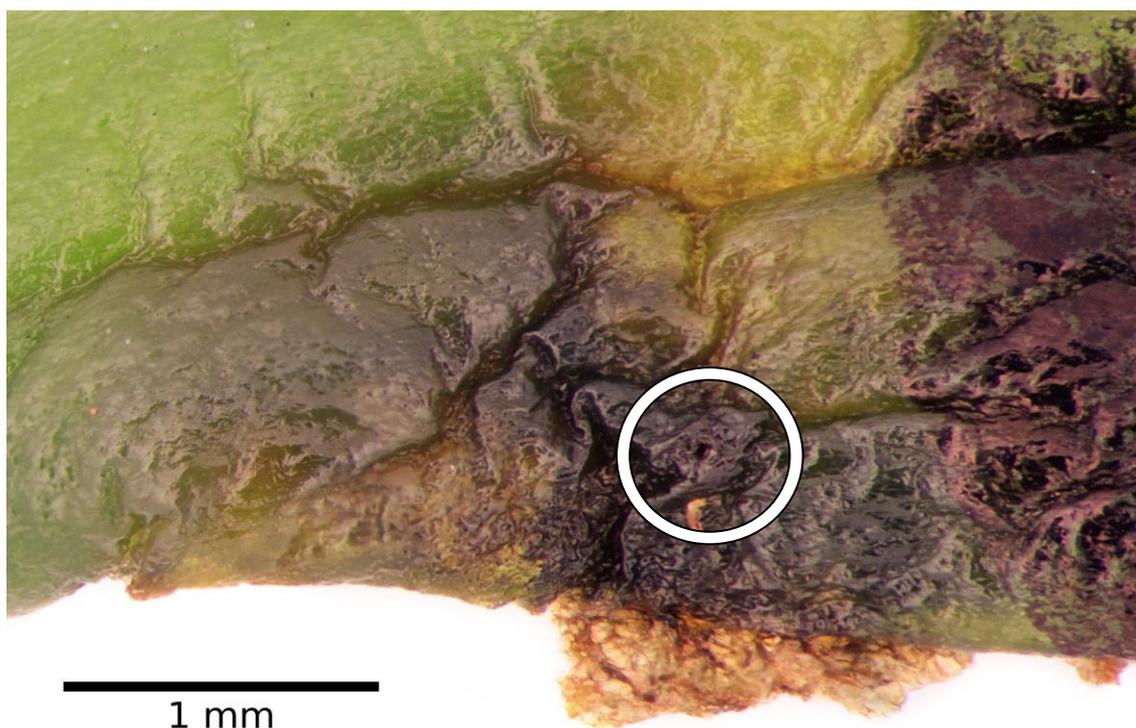


Figura A 8. Orificio en fruto hecho por *C. hunteri* para alimentarse de larvas de picudo.

Fuente: Valdez - Carrasco, J. y García-Martínez, 2017.

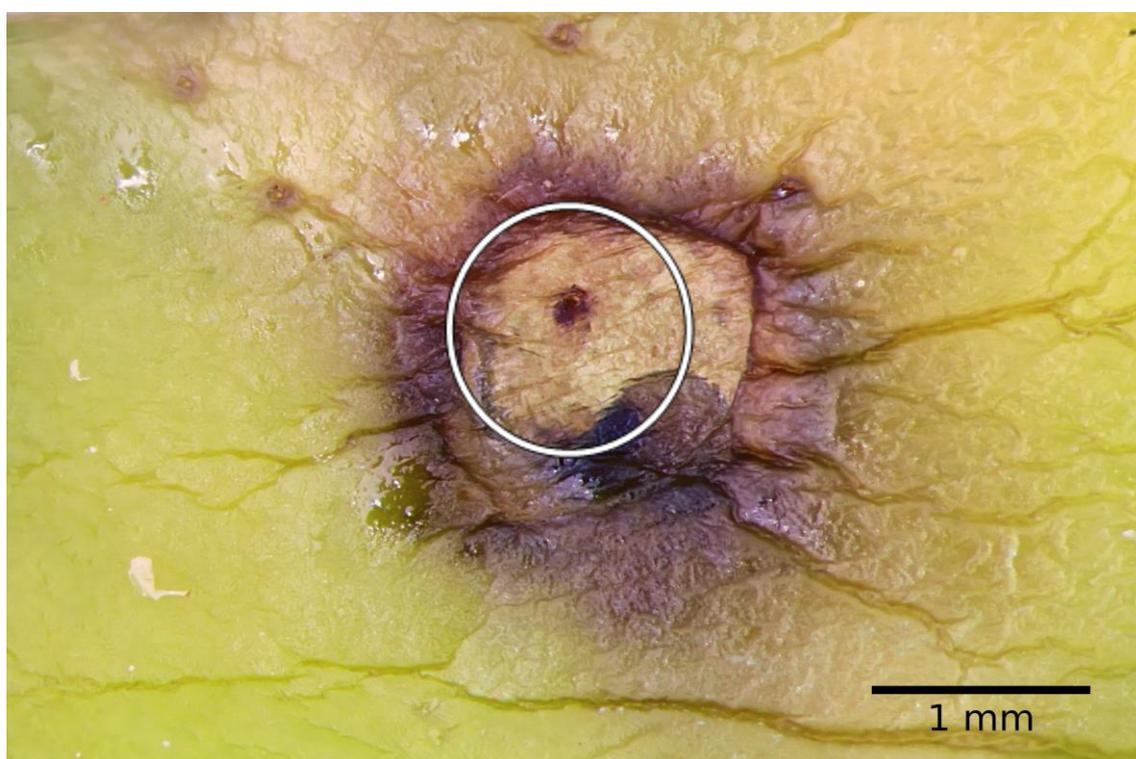


Figura A 9. Orificio en fruto por *C. hunteri* para alimentarse de larvas de picudo.

Fuente: Valdez - Carrasco, J. y García-Martínez, 2017.