



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS
CENTRO DE AGROECOLOGÍA
MAESTRÍA EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y HABITOS DEL PICUDO DEL CHILE
***Anthonomus eugenii* Cano (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE)**
EN EL DISTRITO DE TEPEXI, ESTADO DE PUEBLA.

Tesis

Para obtener el grado de
Maestro en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

PRESENTA

BIOL. DIANA FERNANDA ESPINOZA CASTILLO

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR DE TESIS

DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA

ASESOR INTERNO

DRA. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES

ASESOR EXTERNO

DR. MIGUEL ARAGÓN SÁNCHEZ

Puebla, Pue., Noviembre del 2022



La presente tesis, titulada: "FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y HÁBITOS DEL PICUDO DEL CHILE *Anthonomus eugenii* Cano (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL DISTRITO DE TEPEXI, ESTADO DE PUEBLA", realizada por la alumna **Biól. Diana Fernanda Espinoza Castillo**, bajo la dirección del Comité Tutoral indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN
MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

COMITÉ TUTORIAL:

DIRECTOR:


Dr. Agustín Aragón García


ASESOR:


Dra. Betzabeth Cecilia Pérez Torres

ASESOR EXTERNO:


Dr. Miguel Aragón Sánchez

REVISOR EXTERNO:


M.C. Gabriel Herrera Rodríguez

Puebla, Pue., Noviembre de 2022.

ÍNDICE

I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
2.1. Generalidades del chile	3
2.1.1. Ubicación taxonómica	4
2.1.2. Origen.....	4
2.1.3. Variedades.....	5
2.1.4. Producción.....	5
2.1.5. Comercialización.....	6
2.2. Plagas del chile.....	7
2.2.1. Ácaros.....	7
2.2.2. Insectos.....	7
2.3. Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>).....	9
2.3.1. Distribución geográfica de <i>A. eugenii</i>	9
2.3.2. Ubicación taxonómica.....	10
2.3.3. Ciclo biológico.....	10
2.3.4. Daños causados por <i>A. eugenii</i>	11
2.3.5. Monitoreo.....	11
2.3.6. Manejo Integrado de Plagas para el control de <i>A. eugenii</i>	12
III. Justificación.....	13
IV. Objetivos.....	15
4.1. Objetivo General.....	15
4.2. Objetivos Particulares.....	15
V. Hipótesis.....	15
VI. Materiales y métodos.....	16
6.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	16
6.1.1. Zona de estudio.....	17
6.2. Muestreo.....	18
6.2.1. Muestreo directo.....	18
6.2.2. Muestreo indirecto.....	19
6.3. Datos meteorológicos registrados en la zona de estudio.....	20

6.4. Análisis estadístico.....	20
6.5. Determinación taxonómica de <i>Anthonomus eugenii</i>	21
6.5.1. Identificación morfológica.....	21
6.5.2. Identificación molecular.....	21
6.6. Observación de hábitos de <i>Anthonomus eugenii</i>	22
6.7. Distribución y fluctuación poblacional de enemigos naturales de <i>A. eugenii</i>	23
6.8. Determinación de enemigos naturales de <i>Anthonomus eugenii</i> ..	23
6.9. Porcentaje de parasitismo.....	24
6.10. Difusión de los resultados a los productores de la región.....	24
VII. Resultados y discusión.....	25
7.1. Muestreo.....	25
7.1.1. Muestreo directo.....	25
7.1.2. Muestro indirecto.....	27
7.2. Fluctuación poblacional.....	29
7.3. Determinación taxonómica de <i>Anthonomus eugenii</i>	31
7.3.1. Identificación morfológica.....	31
7.3.2. Identificación molecular.....	32
7.4. Hábitos de <i>Anthonomus eugenii</i>	33
7.4.1. Hábitos de alimentación.....	33
7.4.2. Hábitos de copulación.....	33
7.4.3. Hábitos de oviposición.....	34
7.5. Distribución de parasitoides del picudo del chile.....	37
7.6. Fluctuación poblacional.....	38
7.7. Identificación de enemigos naturales de <i>Anthonomus eugenii</i>	41
7.8. Informe a productores de chile.....	42
VIII. Conclusión.....	45
IX. Literatura citada.....	46
XX. Anexos.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del Distrito de Tepexi, Puebla.	16
Figura 2	Ubicación de las parcelas de cultivo de chile en la zona de estudio donde se realizarán los muestreos.	17
Figura 3	Trampa Pherocon Pew ® en cultivo de chile jalapeño	20
Figura 4	Jaula con planta de chile.	22
Figura 5	Número de huevos, larvas, pupas y adultos de <i>Anthonomus eugenii</i> en cultivos de chile en cultivos de chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.	25
Figura 6	Número de adultos de <i>Anthonomus eugenii</i> en cultivos de chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.	29
Figura 7	Parámetros ambientales y fluctuación poblacional de <i>Anthonomus eugenii</i> en cultivos de chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.	30
Figura 8	A) Primer morfo tipo y B) segundo morfo tipo.	31
Figura 9	Diente o espina mesofemoral con emarginación aguda.	31
Figura 10	Árbol filogenético que muestra la relación filogenética entre las muestras obtenidas (P5A y P5B) en campo y una referencia del picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>) obtenida de la base de datos NCBI.	32
Figura 11	A) <i>Anthonomus</i> alimentándose de una flor. B) <i>Anthonomus</i> alimentándose de hojas. C) picudos alimentándose de fruto de chile.	33
Figura 12	A) Macho del género <i>Anthonomus</i> sp. montando a la hembra, B) visualización de edeago expuesto, C) macho y hembra en copulación.	34
Figura 13	A) Hembra de <i>Anthonomus</i> sp. Perforando sitio de oviposición, B) Hembra posicionando parte anal en sitio de oviposición.	34

Figura 14	A) Hembra de <i>Anthonomus</i> sp. posicionando su ovipositor sobre orificio, B) Hembra sellando orificio con la ayuda de ovipositor.	35
Figura 15	Huevo de <i>Anthonomus</i> sp. la flecha azul señala el sitio de oviposición y la flecha roja el huevo.	36
Figura 16	A) Huevo recién ovipositado, B) huevo con visualización de larva.	37
Figura 17	Distribución espacial de parasitoides del picudo del chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.	38
Figura 18	Fluctuación poblacional de <i>A. eugenii</i> y sus parasitoides <i>Urosigalphus</i> sp. y <i>Jaliscoa hunteri</i> en Puebla, México	39
Figura 19	Pupa de <i>Urosigalphus</i> sp.	40
Figura 20	<i>Jaliscoa hunteri</i> A) Pupa B) Larva alimentándose de una larva de <i>Anthonomus eugenii</i> .	40
Figura 21	Adulto de <i>Jaliscoa hunteri</i> , línea escala 1 mm.	41
Figura 22	Adulto de <i>Urosigalphus</i> sp. línea escala 1 mm.	42
Figura 23	Platica a productores de chile de las localidades de Coyotepec, Cuatro Rayas y Guadalupe Victoria pertenecientes al Distrito de Tepexi, en el estado de Puebla.	43
Figura 24	Platica a productores de chile del municipio de Santiago Miahuatlan, Puebla.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Localización y superficie de seis parcelas en el Distrito de Tepexi, Pue.	18
Tabla 2	Secuencia referencia obtenida de la base de datos de NCBI.	32

I. Introducción

Actualmente la agricultura se enfrenta a múltiples retos entre ellos la demanda de alimento; la ONU ha estimado que la población mundial en el 2030 contará con 1,000 millones de personas más y por consecuencia la demanda de alimentos irá en aumento (ONU, 2017); lo que representa una gran responsabilidad para el sector agroalimentario.

El mayor efecto negativo sobre la producción en la agricultura es la presencia de plagas y enfermedades, estimando pérdidas en la producción por plagas entre un 20 y 40 % causando grandes pérdidas económicas (Zepeda, 2018). Para contrarrestar estas pérdidas los productores utilizan plaguicidas sintéticos aumentado su uso substancialmente a cerca de 500 mil toneladas de ingrediente activo a nivel mundial, los agricultores estadounidenses invierten anualmente 40 billones de dólares en plaguicidas y se estima que el ahorro en pérdidas por las plagas es de 16 billones de dólares. Sin embargo, el costo indirecto de uso de plaguicidas es muy alto afectando negativamente a los enemigos naturales de las plagas, dañan al ambiente y la salud de los seres vivos (Altieri y Nicholls, 2000). En los países subdesarrollados existe una gran mortandad humana debido al envenenamiento por plaguicidas sintéticos, este problema se genera principalmente por la aplicación de estos productos sin una protección adecuada, debido al analfabetismo y la pobreza de las comunidades agrícolas (Nava *et al.*, 2012).

Respecto a los daños ecológicos Altieri y Nicholls (2000) plantean dos categorías: la primera incluye la erosión y pérdida de fertilidad en el suelo, agotamiento de las reservas de nutrientes, salinización y alcalinización, polución de los sistemas de agua, etc. La segunda categoría es la pérdida de agrobiodiversidad y recursos genéticos, eliminación de enemigos naturales, reaparición de plagas, resistencia genética a los plaguicidas y destrucción de los mecanismos de control natural.

El interés de estudiar al picudo del chile como modelo biológico se debe a que actualmente es una de las plagas de mayor importancia en los cultivos de chile de la familia: Solanaceae (*Capsicum annuum* Linneo) (Jiménez, 2014). El picudo del chile no era una plaga de importancia económica debido a que las poblaciones que existían eran suprimidas por el control químico que se ejercía contra la mosquita blanca perteneciente al orden Hemípteros de la familia Aleyrodidae (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Garza, 2001). Desde 1996 se convirtió en una de las principales plagas del cultivo, debido a la resistencia que ha desarrollado a diferentes grupos de insecticidas (Garza, 2001; Avendaño *et al.*, 2015). Los daños causados por el picudo comienzan desde el inicio de la floración hasta la cosecha y si no se tiene un buen manejo de su control puede causar pérdidas hasta del 100% (Avendaño *et al.*, 2015).

En Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla existen cultivos de chile jalapeño (*C. annuum*), y actualmente no existe evidencia científica que sustente la identidad del picudo del chile asociado al cultivo de chile, tampoco existen estudios sobre la fluctuación poblacional de la plaga. El presente trabajo busca generar conocimiento sobre los hábitos y la fluctuación poblacional del picudo del chile debido a que es esencial para poder implementar medidas agroecológicas para el manejo de la plaga.

II. Antecedentes

2.1. Generalidades del chile

El chile es uno de los cultivos agrícolas más importantes de México y el mundo (Zegbe *et al.*, 2012) debido a que es un alimento muy nutritivo y es una fuente de compuestos secundarios utilizados para la elaboración de productos alimenticios, cosméticos y farmacéuticos (Aguirre y Muñoz, 2015).

Culturalmente el chile es un símbolo que da identidad a la gastronomía mexicana (Aguirre y Muñoz, 2015), sus frutos se consumen frescos y secos dando un toque único a infinidad de platillos (Zegbe *et al.*, 2012) y su consumo aumenta cada vez debido a que es rico en vitaminas A, C y B6, antioxidantes, β -caroteno, flavonoides, anticancerígenos, antimicrobianos, pigmentos, saborizantes, aceites fijos y volátiles, carotenoides, oleresinas y alcaloides con potencial insecticida (Pérez *et al.*, 2015).

México cuenta con una amplia diversidad de chiles pertenecientes al género *Capsicum* donde destacan las especies *Capsicum baccatum* Linneo., *Capsicum frutescens* Linneo, *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum pubescens* Ruiz y Pav. y *C. annuum* L., esta última especie se encuentra asociada a todas las variedades de jalapeños, serranos, pimientos, poblanos, Anaheim, de árbol, cascabel, etc. (Torres y Rodríguez, 2012).

Uno de los problemas de mayor importancia en el desarrollo del cultivo de chile es el ataque de plagas y enfermedades, afectando significativamente la producción y calidad del fruto (Jiménez, 2014).

Para realizar un control de plagas y enfermedades es indispensable aplicar un manejo integrado de plagas que incorpore prácticas culturales que eviten el desarrollo de las plagas y que a su vez rompan los ciclos biológicos de los patógenos, con la finalidad de prevenir pérdidas en la producción.

2.1.1. Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del chile de acuerdo con Pérez *et al.* (2015) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum* L.

2.1.2. Origen

La mayoría de las especies de chiles silvestres del género *Capsicum* se localizan en América del sur; no se sabe con certeza cuál es su origen, sin embargo, se indica que es originario en la región que comprende Bolivia y el norte de Argentina, y las regiones del centro y sur de Brasil. En 1886 se registraron dos especies del género *Capsicum*: *C. annuum* y *C. frutescens* con su centro de origen en Brasil, pero debido a la variabilidad de *C. annuum* en México se concluyó que esta especie tenía dos centros de diversidad: Brasil y México (Hernández *et al.*, 1999).

En el centro-este de México en las cuevas ubicadas en Coxcatlán, del Valle de Tehuacán, Puebla y las cuevas de Romero y Valenzuela en Ocampo, Tamaulipas; se encontraron evidencias arqueológicas de la domesticación de *C. annuum* que datan entre siete a nueve mil años de antigüedad, estas evidencias iban acompañadas con otros cultivos como el maíz, frijol y calabaza, pero al parecer los restos de chile eran más antiguos que los demás cultivos encontrados (Pérez *et al.*, 2015).

2.1.3. Variedades

Capsicum. annuum es la especie más importante debido a que agrupa la mayor diversidad de chiles silvestres y cultivables (Aguirre y Muñoz, 2015); se ha convertido en una especie de interés agronómico debido a que tienen resistencia a factores adversos, contienen muchos compuestos de interés y tiene un gran rendimiento y calidad de los frutos (Pérez *et al.*, 2015).

Entre las principales variedades de chile cultivados en México destacan el chile jalapeño, serrano, poblano, chilaca, chile de árbol, mirasol, güero, pimiento morrón y piquín pertenecientes a *C. annuum*; también existen otras variedades de diferentes especies que se producen en México como el chile habanero (*C. chinense*) y chile manzano (*Capsicum pubescens*) (Aguirre y Muñoz, 2015).

La diversidad de variedades es el resultado de la selección y cruce de plantas de la misma especie por parte de los agricultores e investigadores, con la única finalidad de obtener plantas con mejores rendimientos, alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas, con resistencia a plagas y enfermedades, así como mejorar su sabor, color y propiedades nutritivas.

2.1.4. Producción

La producción de chile en México se divide entre los ciclos primavera- verano (P-V) que abarca desde el mes de junio a marzo y el ciclo de otoño-invierno (O-I) que inicia en diciembre y concluye en agosto (SIAP, 2010).

Durante el 2019, se produjeron en todo México 3.1 millones de toneladas de chile, siendo el principal productor el estado de Sinaloa, cuya producción represento el 23 % del total nacional, seguido por el estado de Chihuahua 22 %, Zacatecas 14 %, San Luis Potosí 10 %, Sonora con el 6 %, Jalisco y Michoacán 4 % cada estado, Guanajuato 3%, Baja California Sur y Durango 2 % cada estado y Veracruz,

Querétaro y Puebla participan cada uno con el 1% de la producción. Regionalmente a todo lo largo del territorio nacional se distribuye este cultivo, sin embargo, las zonas productoras de mayor importancia es la Noreste y la Noroeste (SIAP, 2019).

El mismo autor indica que es importante mencionar que cada estado tiene diferente rendimiento por hectárea, por lo que el orden de importancia se modifica al comparar los rendimientos; en primer lugar, se encuentra el estado de Sinaloa con un 53 ton/ha, seguido del estado de Querétaro con 48 ton/ha, Baja California Sur 44 ton/ha, Sonora 42 ton/has y México 39 ton/ha, mientras que Zacatecas, Chihuahua y San Luís Potosí estados con mayor superficie de producción de chile reportó un rendimiento de 12, 25 y 13 ton/ha respectivamente.

2.1.5. Comercialización

México se encuentra entre los 10 productores de chile verde del mundo, ocupando el segundo lugar con una producción de 3,296,875 toneladas, después de China que produce 12,111,920 toneladas (FAO, 2017).

El comercio mundial de chile verde está expandiéndose en más de 20 países que incluyen a los integrantes del TLCAN (tratado de libre comercio de América del Norte), el TPP (Acuerdo Estratégico Trans-Pacífico de Asociación Económica), el TLCTN (Tratado de Libre Comercio del Triángulo del Norte), y algunos países del continente europeo (SAGARPA, 2017).

El principal mercado es Estados Unidos donde en el 2017 se exportó 1.5 millones de toneladas; otros posibles destinos son Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Colombia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Panamá, Rusia, Singapur, Suecia, Suiza y Uruguay (ASERCA, 2018).

2.2. Plagas del chile

2.2.1. Ácaros

Dentro de las especies de ácaros que destacan por ocasionar daños en cultivos de chile de acuerdo con Jiménez (2014) se encuentran:

Araña de dos puntos (*Tetranychus urticae* Koch): este tipo de acaro penetra en la epidermis y extrae la savia de las hojas del chile. El follaje infestado por ácaros adopta un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas que tienen baja incidencia muestran manchas o erupciones pálidas. Cuando existe una alta incidencia del acaro las hojas se tornan pálidas y se secan.

Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus* Banks): este acaro es bastante destructivo ya que ocasiona deformaciones de hojas, ramas y frutos debido a que el acaro al inyectar su saliva a la planta ocasiona que esta detenga su crecimiento y de una apariencia de acartonamiento en las partes más jóvenes de la planta, seguido de coloraciones cobrizas y purpúreas.

2.2.2. Insectos

Dentro de las especies de insectos que destacan por ocasionar daños en cultivos de chile de acuerdo con Jiménez (2014) se encuentran:

Mosca blanca: existen tres especies de importancia económica que dañan el cultivo del chile *Trialeurodes vaporarium* Westwood, *B. tabaci* y *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring; los daños directos son ocasionados por ninfas y adultos los cuales se alimenta succionando la sabia de las hojas debilitando a la planta. Los daños indirectos son la transmisión de virus, *T. vaporarium* principal transmisora del virus del amarillamiento.

Áfido del pimiento: las especies de importancia económica presentes en el cultivo del chile son *Myzus persicae* Sulzer y *Aphis gossyp* Glover; los daños directos son provocados por ninfas y adultos debido a su alimentación ya que succionan la savia de las hojas produciendo un enrollamiento de estas y les ocasiona un debilitamiento y retraso del cultivo. Los daños indirectos se producen por las excreciones de los áfidos debido a que contienen gran cantidad de azúcares lo cual es el sustrato perfecto para los hongos que provocan la fumagina, otro daño indirecto es la transmisión de virus como el virus del mosaico del pepino.

Trips de las flores: las especies de importancia económica son *Frankliniella occidentalis* Pergande y *Trips tabaci* Lindeman; estos insectos dañan al cultivo de chile ovopositando dentro de los tejidos vegetales de hoja y frutos, preferentemente flores. En las flores se localizan los niveles más altos de larvas y adultos estos se alimentan del polen y picando células vegetales succionando su contenido. *F. occidentalis* se ha convertido en una de las especies más predominantes en cultivos de invernadero y es un importante vector de la marchitez manchada; mientras que *T. tabaci* ataca tanto a cultivos de invernadero como en campo abierto.

Minador de hojas (*Liriomyza trifolii* Burgess): las hembras adultas ovipositan dentro de los tejidos de hojas jóvenes del chile, al emerger la larva se alimenta del parénquima causando galerías, después salen de las hojas para pupar en el suelo o en las hojas, cuando emerge el adulto e inicia un nuevo ciclo.

Gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner): esta plaga devora principalmente follaje, tallos y raíces del cultivo, las mudas tempranas dañan principalmente los brotes tiernos de las plantas.

Otra de las plagas de importancia económica del cultivo es el picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano que es una de las plagas con mayor distribución a nivel nacional.

2.3. Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*)

El picudo del chile (*A. eugenii*), llamado también en algunas regiones “picudo del chile” siendo una de las plagas de mayor importancia (Jiménez, 2014); se describió originalmente en Guanajuato, México por Cano en 1894, posteriormente en 1904 se informó la presencia del picudo del chile en los Estados Unidos (Rodríguez *et al.*, 2007). El picudo del chile no era una plaga de importancia económica debido a que las poblaciones que existían eran inhibidas por el control químico que se ejercía contra la mosquita blanca (*B. tabaci*) (Garza, 2001). Desde 1996 se ha convertido en una de las principales plagas, debido a la resistencia que ha desarrollado a diferentes grupos de insecticidas (Garza, 2001; Avendaño *et al.*, 2015). Los daños causados por el picudo del chile comienzan desde el inicio de la floración hasta el final de la cosecha y si no se tiene un buen manejo de su control puede causar pérdidas hasta del 100%.

2.3.1. Distribución geográfica

Su distribución geográfica es muy amplia pues ha sido reportada en Estados Unidos donde se incluyen Arizona, California, Carolina del Norte, Florida, Georgia, Hawái, Luisiana, Nueva Jersey, Nuevo México, Texas; en Centro América se ha reportado en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y en varias islas del caribe (Garza, 2001).

El mismo autor indica que en México el picudo del chile se encuentra principalmente en la zona del Bajío, sin embargo, se distribuye por los estados de Chihuahua, Morelos, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz, y Escobar (2008) cita que prácticamente se distribuye en todas las zonas productoras de chile del país.

2.3.2. Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del picudo del chile de acuerdo con Escobar (2008) es la siguiente:

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Curculionidae

Género: *Anthonomus*

Especie: *Anthonomus eugenii* Cano

2.3.3. Ciclo biológico

Las hembras de *A. eugenii* van en busca de botones florales y frutos preferentemente tiernos en los cuales realiza orificios para ovipositar y después los sella con un fluido amarillo que se endurece a los pocos minutos (Garza, 2001). La hembra puede ovipositar de 200 a 300 huevos en un periodo de 30 días y estos eclosionan entre tres a cinco días dependiendo de la temperatura (Jiménez, 2014).

La larva barrena dentro del fruto alimentándose de semillas y tejidos placentales por alrededor de 10 días. La larva se prepara para pupar realizando una cavidad ovalada dentro del fruto hasta formar una celda. El periodo de pupa dura entre tres a cinco días (Garza, 2001).

Cuando el adulto del picudo del chile está completamente desarrollado requiere de tres a cuatro horas para emerger, realizando un orificio en el fruto. Cuando logra emerger del fruto rápidamente se va alimentar de botones florales y frutos inmaduros (Garza, 2001); el tiempo de desarrollo del ciclo completo de huevo a adulto es de 16 a 23 días (Jiménez, 2014).

El ciclo de vida de *A. eugenii* bajo condiciones propicias es de tres a cuatro meses (Jiménez, 2014). La copulación ocurre aproximadamente dos días después de la emergencia y esta puede ocurrir varias veces, pero la hembra solo necesita de una sola vez para quedar fértil (Garza, 2001).

2.3.4. Daños causados en la planta de chile

Anthonomus eugenii es la plaga más importante en el cultivo de chile debido a que los adultos se alimentan y ovipositan tanto en flor como en los frutos; en botones florales se alimentan de estambres y anteras, y es muy probable que estos caigan, cuando el adulto se alimenta de fruto, pueden causar cicatrices en el producto reduciendo su valor en el mercado. Sin embargo, el daño más significativo en la producción es el causado por las larvas, ya que al alimentarse de la parte interna del fruto (semillas y placenta) provoca que el pedúnculo pierda fuerza y caiga (Torres y Rodríguez, 2012).

2.3.5. Monitoreo

El monitoreo de *A. eugenii* es fundamental para implementar medidas de control a buen tiempo y evitar pérdidas en la producción, este debe realizarse desde el inicio de la plantación para detectar las primeras poblaciones del picudo del chile provenientes de otras parcelas infectadas, plantas hospederas alternas o de tiraderos de chiles de rezaga infectados con la plaga. Los métodos para detectar las primeras poblaciones del picudo del chile es el uso de trampas amarillas con atrayente alimenticio y feromonas, inspección directa sobre flores y frutos para detección de adultos y la inspección interna de flores y frutos para la detección de huevos, larvas o pupas, estos métodos ayudaran a detectar las primeras poblaciones, así como evaluar la efectividad del control de la plaga (Bayer, S/F)

2.3.6. Manejo Integrado de Plagas en el control del picudo del chile

El manejo integrado de plagas es un método que aplica numerosas estrategias para prevenir daños causados en este caso por el picudo del chile, la primera estrategia es realizar monitoreos mediante trampas o muestreo directo en plantas, con la finalidad de determinar el umbral de acción. La segunda estrategia es el control cultural que toma en cuenta la destrucción de rezaga, control de malezas, rotación de cultivos, selección del sitio adecuado para la plantación y fechas de plantación. La tercera estrategia es el control mecánico que consiste en la eliminación de frutos o plantas con daños causados por la plaga y el uso de trampas pegajosas. La quinta estrategia es el uso de insectos benéficos, en el caso específico del picudo del chile se utilizan dos depredadores *Urosigalphus* sp. y *Jaliscoa hunteri*, este último se distribuye de manera comercial. La sexta estrategia es el manejo agronómico, donde el cultivo tiene que tener su buen riego y fertilización para fortalecer a las plantas y puedan soportar la presión de las plagas. La séptima estrategia es el control químico, aquí se tiene que tomar en cuenta que el producto a aplicar sea específico para la plaga y no tenga efectos sobre la fauna benéfica (Bayer, S/F).

III. Justificación

Por la superficie de siembra, valor de la producción y su consumo, el cultivo de chile *C. annuum* es considerado como uno de los principales cultivos en México. El Estado de Puebla aporta el 1% de las 3,120,536 toneladas de producción que se obtienen anualmente.

El picudo del chile (*A. eugenii*) es una de las plagas más importantes que atacan al cultivo de chile, esta plaga se localiza prácticamente en todas las zonas productoras del país y en algunas zonas ha causado pérdidas en la producción de hasta el 100 %. La medida de control más utilizada por los productores para el control de esta plaga es el uso de insecticidas sintéticos, sin embargo, en zonas con alta incidencia del picudo del chile la plaga está desarrollando resistencia a los insecticidas, lo que genera que los productores realicen más aplicaciones químicas para su control y como consecuencia originan resistencia a la plaga, eliminan enemigos naturales y generan contaminación en el ambiente.

En la zona del Distrito de Tepexi en el estado de Puebla, existen cultivos de chile jalapeño y serrano las cuales son variedades preferenciales para el picudo del chile. Para los productores de esta zona el cultivo de chile está siendo rentable por lo que cada temporada la superficie de chile jalapeño y serrano va en aumento. Actualmente en la zona productora de chile, no existe evidencia científica que sustente la identidad del picudo asociado al cultivo de chile, así como tampoco existen estudios sobre la fluctuación poblacional de la plaga, y ésta es la información mínima que se necesita conocer para poder implementar medidas agroecológicas para el manejo de las plagas.

Con base a lo anterior el presente trabajo busca conocer los hábitos e identificar la especie del picudo del chile que existe en la zona productora de chile del Distrito de Tepexi, en el Estado de Puebla, así como estudiar la fluctuación poblacional de la plaga con la finalidad de conocer la fluctuación de las poblaciones del picudo y con

esto contribuir con conocimiento para el diseño de estrategias de manejo agroecológico de tan importante plaga.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Conocer la fluctuación poblacional y los hábitos de *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) relacionados con los factores ambientales durante el desarrollo del cultivo de chile, durante el ciclo agrícola 2021 en el Distrito de Tepexi, en el Estado de Puebla.

4.2. Objetivos particulares

- Determinar la fluctuación poblacional del picudo del chile, durante el desarrollo de *C. annuum*, en la zona de producción de chile en la zona de estudio.
- Estimar el efecto de la humedad relativa, temperatura y velocidad del viento sobre la fluctuación poblacional de *A. eugenii* en la zona de estudio.
- Corroborar la Identidad específica del picudo del chile (*A. eugenii*), en el Distrito de Tepexi, Puebla.
- Conocer los hábitos de *A. eugenii* asociado al cultivo de chile (*C. annuum*), en campo.
- Identificar los enemigos naturales de *A. eugenii*, su distribución y fluctuación poblacional en el Distrito de Tepexi, Puebla.
- Dar a conocer la fluctuación poblacional y estrategias de manejo para el control de *Anthonomus eugenii* a productores de chile.

V. Hipótesis

El conocer la fluctuación poblacional y los hábitos de *A. eugenii* en el cultivo de chile (*C. annuum*), proporcionará elementos que permitirá mostrar la vinculación de *A. eugenii* con el estado fenológico del cultivo.

VI. Material y métodos

6.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra situada en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla (figura 1), cuyas coordenadas geográficas son: latitud 18.447224 longitud -97.851947 y una altura promedio sobre el nivel del mar de 1869 m. El área de estudio comprende tres municipios el municipio de Tepexi de Rodríguez que presenta una gran variedad de vegetación, al noreste existen zonas de matorral xerófilo asociado a cardonal, al norte, noreste y extremo sur existe selva baja caducifolia, también existen amplias zonas de chaparrales al suroeste y palmares por todo el territorio, al centro cuenta con pequeños bosques de encinos y pastizales; el municipio de Coyotepec presenta algunos palmares al sureste y chaparrales en el cerro las Trincheras; y el municipio de Ixcaquixtla cuenta con chaparrales y palmares en la Sierra de Zapotitlán. El clima que predomina en estos municipios es el templado subhúmedo con lluvias de verano, la temperatura media anual entre 12 a 22 °C con precipitaciones que van de los 600 a 800 mm (INAFED, 2010). En estos municipios practican la agricultura tanto de temporal como de riego en donde destacan la producción de maíz, frijol, tomate verde y Chile (Gobierno de Puebla, 2020).



Figura 1. Ubicación geográfica del Distrito de Tepexi, Puebla.

6.1.1. Zona de estudio

La zona de estudio comprende a los municipios de Tepexi de Rodríguez, Ixcaquixtla y Coyotepec (figura 2), en los cuales se concentra la producción anual de chile en la región. Dentro de esta zona se desarrollan dos ciclos agrícolas; para el primer (enero-julio) y segundo (julio-diciembre) ciclo se seleccionaron seis sitios de muestreo, donde se ubicaron en cada una de ella una parcela, teniendo un total de seis parcelas comerciales a cielo abierto sembradas cinco con chile jalapeño y una con chile serrano. La selección fue en función de su representatividad agroecológica en la zona y de manejo del cultivo, así como de la disponibilidad del productor para que en ellas se realicen los muestreos, quedando distribuidas de acuerdo a los datos del Cuadro 1.

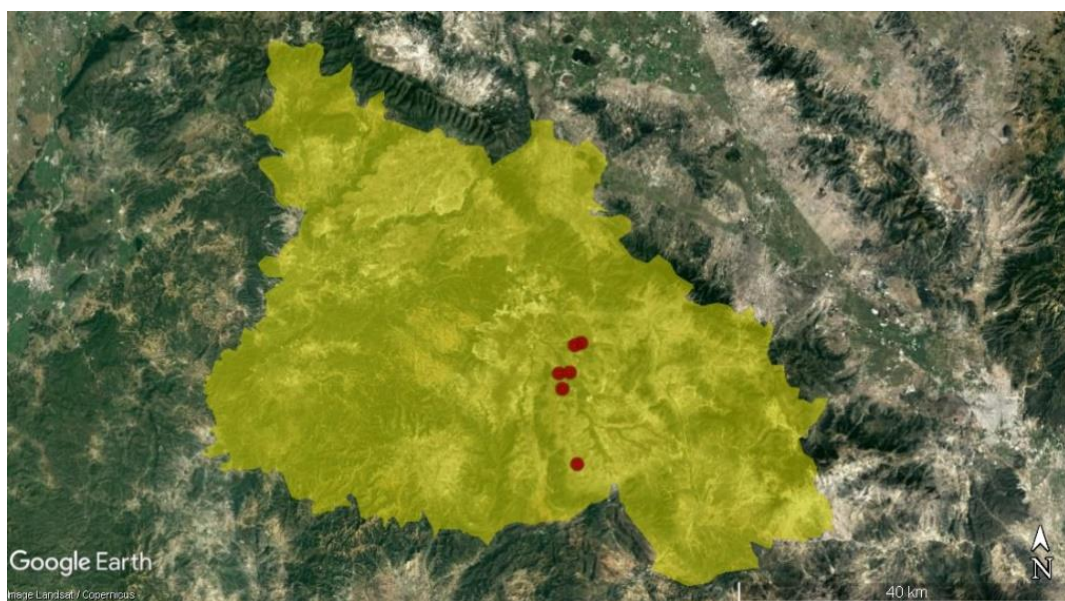


Figura 2. Ubicación de las parcelas de cultivo de chile en la zona de estudio donde se realizaron los muestreos.

Cuadro 1. Localización y superficie de tres parcelas en el Distrito de Tepexi, Pue.

Parcela	Ciclo agrícola	Variedad	localización		Altitud (m)	Superficie (m ²)
			Latitud	Longitud		
1	1	Chile jalapeño	18.404833	-97.865042	1944	10,000
2	1	Chile serrano	18.487923	-97.889931	1856	11,000
3	1	Chile jalapeño	18.531781	-97.860307	1855	9,000
4	2	Chile jalapeño	18.499982	-97.885169	1858	10,000
5	2	Chile jalapeño	18.501079	-97.873058	1847	25,000
6	2	Chile jalapeño	18.529466	-97.867701	1853	20,000

6.2. Muestreo

6.2.1. Muestreo directo

En esta etapa del trabajo de campo, el periodo de muestreo para el primer ciclo agrícola fue del 25 de febrero al 27 de julio, y el segundo ciclo agrícola se muestreó del 11 de agosto al 07 de diciembre, para homogenizar la superficie de los muestreos, en cada una de las parcelas del cuadro 1 y al centro de las mismas, se seleccionó una superficie de media hectárea dejando el resto de la parcela para evitar el efecto borde; en cada una de las parcelas se realizaron cada 15 días muestreos directos, que consistió en la recolecta manual de adultos de picudo, flores y frutos que presentaban síntomas de la presencia del picudo; para esto en cada parcela se seleccionaron 15 puntos al azar, en cada punto se delimitó un área de 1 m² donde se ubicaron seis plantas, en éstas se observó follaje, flores y frutos para determinar la presencia de *A. eugenii* (Anovel *et al.*, 2015). Los picudos encontrados se guardaron en bolsas de plástico con capacidad de 1 Kg, así mismo se colectaron flores, frutos de la planta y los caídos que tuvieron síntomas por la presencia de *A. eugenii*; las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Diagnóstico y Sistemática de Insectos del Centro de Agroecología (CENAGRO) del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde se

procesaron las muestras en fresco diseccionando con un bisturí cada una de las flores y frutos buscando la presencia de *A. eugenii*. Los ejemplares encontrados fueron sacrificados en frascos letales a base de vapores de acetato de etilo, mientras que los estados inmaduros se fijaron en solución PAMPEL (55 partes de alcohol, 27 de agua, 11 de formaldehído y 7 de ácido acético glacial) durante cinco días (Morón y Terrón, 1988), todo el material se conserva en alcohol al 70 %, y está depositado en la colección entomológica “Miguel Ángel Morón Ríos” del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

6.2.2. Muestreo indirecto

El periodo de los muestreos indirectos para el primer ciclo agrícola fue del 08 de abril al 11 de agosto de 2021, y el segundo ciclo se realizó del 26 de agosto del 2021 al 23 de enero del 2022; para la determinación de la fluctuación poblacional de *A. eugenii* se utilizaron 39 kits de trampas comerciales Pherocon Pew®, las cuales incluyen una trampa amarilla con adherente base poliisobutileno (15 cm de ancho x 31 cm de largo), un atrayente alimenticio o kairomona ((E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienoic acid (geranic acid)) y una feromona de agregación Pherocon que contiene (Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol, (E)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol, (Z)-(3,3-dimethylcyclohexylidene) acetaldehyde, (E)-(3,3-dimethylcyclohexylidene) acetaldehyde y (E)-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol (geraniol). Para estos muestreos se colocó una trampa en el centro de cada una de las parcelas utilizadas en el muestreo directo, orientada en dirección a los vientos dominantes y sobre una estaca de madera (3 cm ancho x 100 cm de largo) a una altura entre 10 y 60 cm sobre el suelo (dependió de la altura de la planta), posteriormente se colocaron los dos atrayentes en la parte superior de la trampa amarilla (figura 3). Las trampas se revisaron y recogieron cada 15 días, cada trampa recolectada se colocó sobre papel protector para evitar que se maltratara el material y se trasladó al CENAGRO del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde el material fue procesado, contabilizado el número de picudos que se encontraron en cada trampa.



Figura 3. Trampa Pherocon Pew® en cultivo de chile jalapeño

6.3. Datos meteorológicos registrados en la zona de estudio.

Las variables meteorológicas (temperatura máxima, temperatura mínima, velocidad del viento y humedad relativa) fueron registradas en cada una de las parcelas durante los dos ciclos agrícolas, obtenidas diariamente de la plataforma CAPTUM® by Luxelare.

6.4. Análisis estadístico.

La información obtenida de las observaciones en campo, derivado de los muestreos directos e indirectos, así como los datos meteorológicos se integraron en el software Excel 2013, para su análisis.

Los datos de relación del número de organismos entre los dos ciclos agrícolas se procesaron por medio de un análisis de varianza (ANOVA simple), seguido de la prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey ($\alpha = 0.05$). Para las comparaciones de las medias de cada una de las variables temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y velocidad del viento, se utilizó la prueba J_i^2 de Pearson ($P > 0.05$), considerando la robustez respecto a las hipótesis de

normalidad y homosteceidad. Para comprobar si existe una correlación entre las variables ambientales y el número de organismos se aplicó una prueba de regresión múltiple. Los análisis se realizaron con el programa STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

6.5. Determinación taxonómica de *Anthonomus eugenii*.

6.5.1. Identificación morfológica.

En el laboratorio el material obtenido durante el muestreo directo e indirecto, se revisó para separar los huevos, larvas, pupas y adultos del picudo del chile, los estados inmaduros fueron fijados con liquido Pampel durante 5 días, posteriormente se conservaron en frascos con alcohol al 70 % con su debida etiqueta, en el caso de los adultos el 20% de la población se conservaron en seco (montados en alfileres entomológicos) y el resto se conservó en alcohol al 70%. Para la determinación morfológica del género se siguieron las claves propuestas por Soto *et al.*, 2013.

6.5.2. Identificación molecular.

Para la identificación molecular se enviaron dos muestras de organismos con diferencia morfológica a la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte ubicada en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa. Para realizar el proceso de extracción de ADN y posteriormente se enviaron a secuenciar los productos obtenidos a la compañía Macrogen ubicada en Corea del Sur. Las secuencias obtenidas se procesaron en un editor de alineación de secuencias biológicas (BioEdit 7.2), para posteriormente comparar las secuencias en la base de datos disponible en Genbank del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI) por medio de la aplicación de BLAST-N. El análisis de las secuencias y la construcción de la filogenia se ejecutaron mediante el software de análisis de genética evolutiva molecular MEGA X.

6.6. Observación de hábitos de *Anthonomus eugenii*

Derivado del muestreo directo se separaron chiles con síntomas de presencia del picudo del chile y una vez corroborado la presencia de éstos, se criaron en el laboratorio para obtener la emergencia de adultos. Al emerger los adultos, y de los adultos encontrados en campo, se colocaron hembras y machos en un recipiente de plástico de 500 ml y como tapadera se le colocó una malla de tela tricot. Previamente en invernadero se trasplantaron en macetas de dos kg de capacidad plantas de chile traídos de la zona de estudio, al alcanzar el estado fenológico de floración se colocaron dentro de una jaula de 45 cm de lado y 75 cm de alto forradas con tela tricot para tener controlada la población (Figura 4); en esta planta se liberaron machos y hembras de *A. eugenii*. y se observó el comportamiento de los organismos, sobre todo la actividad de los adultos, el comportamiento de copula, ovoposición y el ciclo de desarrollo de los estados inmaduros.



Figura 4. Jaula con planta de chile

6.7. Distribución y fluctuación poblacional de enemigos naturales de *Anthonomus eugenii*.

El monitoreo para determinar la distribución de parasitoides del picudo del chile, se realizó en los dos ciclos agrícolas; para el primero (febrero – julio) en un predio de chile variedad serrano y dos de chile jalapeño y el segundo ciclo agrícola (agosto-diciembre) con tres parcelas de cultivo de chile variedad jalapeño. Mientras que para realizar la fluctuación poblacional se utilizó la parcela en donde se encontró la mayor población del picudo del chile. En ambas variables se realizaron muestreos directos, abarcando desde la floración hasta el final de la cosecha. En cada parcela se seleccionaron 15 puntos al azar, en cada punto se ubicaron seis plantas en un área de 1 m², manualmente se colectaron adultos de picudo, flores y frutos con indicios de la presencia del picudo del chile. En bolsas de 1 kg de capacidad se colocaron los organismos, así como, flores y frutos recolectados en cada punto y se trasladaron al CENAGRO del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Los frutos se diseccionaron con un bisturí y se observaron en un microscopio estereoscopio marca Carl Zeiss para buscar presencia de cualquier estado inmaduro del picudo del chile y parasitoides, se contabilizaron y registraron sus datos de colecta con los cuales se obtuvo la fluctuación poblacional. Las pupas de los parasitoides se colocaron en un recipiente de 500 ml de capacidad para que concluyeran su maduración y se le colocó una malla tricot para que se diera el intercambio de oxígeno. Al emerger los parasitoides adultos se colocaron en frascos con alcohol al 70% para su preservación.

6.8. Determinación de enemigos naturales de *Anthonomus eugenii*.

Para la determinación de los géneros se siguieron las claves propuestas por Rodríguez *et al.*, 2012, para la determinación de la especie del género *Jaliscoa* se siguieron las claves propuestas por Gibson (2013) además, se comparó con ejemplares disponibles en la colección de insectos del Colegio de Postgraduados

Campus Montecillo en donde realizó la determinación el Dr. Esteban Rodríguez Leyva.

6.9. Porcentaje de parasitismo

Para obtener el porcentaje de parasitismo de *A. eugenii* por cada parasitoide se calculó en base lo propuesto de Chaires y colaboradores (2020) siguiendo la siguiente formula:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{NP}{NP + \mu} * 100$$

Donde:

NP= Número de parasitoides.

μ = Numero de organismos colectados

6.10. Difusión de los resultados a los productores de la región.

Con el apoyo de autoridades municipales, los resultados obtenidos de esta investigación se dieron a conocer a productores de dos zonas productoras de chile de la región del Distrito de Tepexi, Puebla y del municipio de Santiago Miahuatlan, por medio de pláticas presenciales y se elaboraron y distribuyeron trípticos.

VII. Resultados y discusión

7.1. Muestreo

7.1.1. Muestreo directo

Del trasplante del chile hasta la etapa de floración que es cuando se observan los primeros picudos pasaron alrededor de 70 a 80 días, y la planta adquiere una altura promedio de 30 cm, para ambos ciclos agrícolas. La infestación de picudos en el primer ciclo agrícola comenzó a finales del mes de abril con la detección de siete adultos de *A. eugenii*, donde el cultivo de chile se encontraba en etapa de floración y fructificación; el mayor número de huevos, larvas, pupas y adultos fue en el mes de julio con 889 picudos, siendo el estado larval más numeroso con 381 individuos (Figura 5).

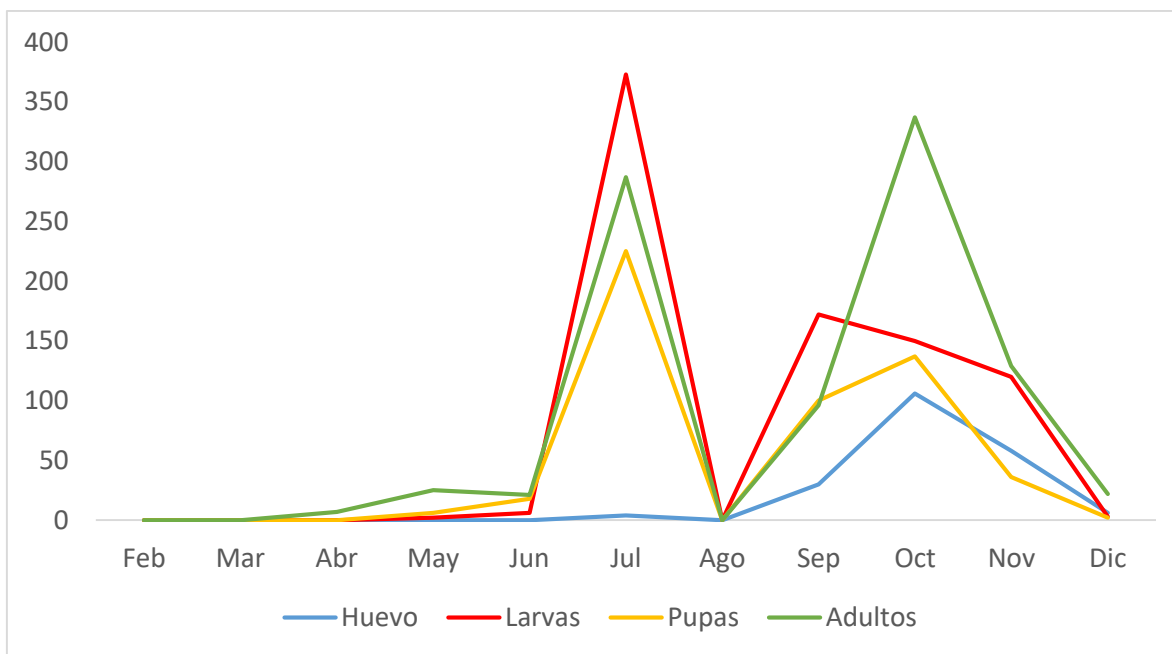


Figura. 5. Numero de huevos, larvas, pupas y adultos de *Anthonomus eugenii* en cultivos de chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.

Para el segundo ciclo agrícola, en la segunda quincena del mes de agosto no se observó la presencia de la plaga debido a que el cultivo estaba en el desarrollo de la plántula; la primera detección de picudos se realizó en el mes de septiembre en la etapa de floración y fructificación con 398 organismos. La población aumentó a 730 en octubre; para los meses de noviembre y diciembre hubo una disminución de 343 a 33 individuos respectivamente.

En base al comportamiento observado en el desarrollo de la plaga, en el primer ciclo agrícola se observó primero la presencia de siete adultos en la segunda quincena de abril, para la primera quincena de mayo se visualizaron las primeras dos larvas y seis pupas, no fue hasta julio que se observaron los primeros huevos, además en el mismo mes se encontró la mayor población cuatro huevos, 373 larvas, 225 pupas y 287 adultos, dando un total de 889 individuos.

Para el segundo ciclo agrícola, en el mes de septiembre se observaron los primeros estados 30 huevos, 172 larvas, 100 pupas y 96 adultos, y la mayor población fue en octubre con la presencia de 106 huevos, 150 larvas, 137 pupas y 337 adultos, con un total de 730 individuos.

La visión de la población inicial de *A. eugenii* en abril concuerdan con los resultados descritos por Anovel *et al.* (2015); Wu *et al.* (2019) quienes obtuvieron las primeras poblaciones de picudo en el mes de abril para la zona productora de Chile en la península de Azuero, Panamá y Florida del Norte, Estados Unidos, respectivamente. Sin embargo la detección de la mayor población de picudos difiere con los resultados obtenidos en la presente investigación, debido a que Anovel *et al.* (2015); Wu *et al.* (2019) reportan que las mayores poblaciones se observaron en el mes de agosto, en base a los resultados la fluctuación poblacional de este trabajo el picudo del Chile presentó dos picos de población, el primero en el mes de julio en donde predomina la presencia de larvas, el declive que se observa en el mes de agosto se debe a que no se realizó ningún muestreo directo debido a que los predios

solo presentaban residuos de cosecha; sin embargo para el mes de septiembre se observa el crecimiento de la plaga. El segundo pico poblacional se presentó en el mes de octubre con mayor incidencia de adultos.

El análisis de varianza mostró que la relación del número de huevos ($P=0.0188$) y adultos ($P=0.0190$) entre los dos ciclos agrícolas tiene una diferencia estadísticamente significativa, en comparación del número de larvas ($P=0.5805$) y pupas ($P=0.6141$) donde no se presentó una diferencia significativa entre cada ciclo agrícola. Esta diferencia puede deberse a que en el ciclo anterior (2020) la última cosecha se realizó en el mes de noviembre y la plantación del ciclo posterior se realizó a mediados de enero del 2021, dejando 1.5 meses sin abundancia de plantaciones hospederas lo que contribuyó a que se rompiera el ciclo biológico de la plaga y por consecuencia disminuyó su fluctuación poblacional. A diferencia del inicio del segundo ciclo agrícola donde los cultivos se traslaparon, manteniéndose altas las poblaciones de picudos y activas para su proliferación en nuevas plantaciones.

7.1.2. Muestreo indirecto

Desde la puesta de las trampas se comenzó a observar la presencia del picudo del chile, esto a partir del mes de abril cuando el cultivo se encontraba en la etapa de floración y fructificación con 29 picudos, indicando la eficiencia de la trampa, la población fue en aumento en los meses posteriores encontrando la mayor población en el mes de julio, con 271 picudos, y posteriormente el mes de agosto, con 1,671 picudos; el aumento del mes de agosto probablemente se debió a que ya había finalizado el cultivo de chile, y por ende, no se había realizado ningún tipo de manejo para el control del picudo.

En el segundo ciclo agrícola la presencia del picudo del chile se detecta a partir de la etapa de floración y fructificación en septiembre con 94 picudos, la población más alta detectada con cultivo en pie fue en octubre, con 285 picudos; sin embargo, esta

población aumentó en diciembre con 360 picudos, esto probablemente pueda deberse a que los adultos abandonaron el cultivo dado que se estaba terminando la producción y fueron atraídos hacia la trampa (Figura 6). El análisis de varianza para la variable número de organismos por trampa entre cada ciclo agrícola mostró que existe una diferencia estadística significativa entre los muestreos de los dos ciclos agrícolas ($P=0.0464$). A diferencia del muestro directo, en estos resultados se observa un pico población en el mes de agosto, esto se debe a que en la fecha de recolección de la trampa los predios presentaban residuos de cosecha y no se estaba realizando ningún tipo de manejo, en consecuencia, las poblaciones del picudo del chile aumentaron.

Las mayores poblaciones del picudo se presentaron en la etapa de floración y fructificación, esto es similar a lo descrito por Osorio (2006) donde describe que las mayores poblaciones del picudo se observan en la etapa de floración y fructificación. La mayor población del picudo de chile en agosto concuerda con lo descrito por Anovel *et al.* (2015); Wu *et al.* (2019), quienes mencionan que la mayor población de picudos se observa en agosto. Sin embargo, estos resultados contrastan con las poblaciones de picudos monitoreadas por Barrios *et al.* (2012) en Tetela de Ocampo, Puebla, al citar que con el uso de trampas a base de feromonas las mayores captura las obtuvieron en la etapa de plántula y crecimiento vegetativo en la variedad de chile serrano criollo, esto puede deberse a que los compuestos utilizados (feromona de agregación y atrayente alimenticio) en campo fueron diferentes, además de que las condiciones climáticas son muy diferentes entre los dos sitios, mientras que en Tetela de Ocampo el clima es templado húmedo con lluvias todo el año, lo que permite que *A. eugenii* tenga muchas más plantas hospederas, para la zona de estudio de este trabajo el clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano.

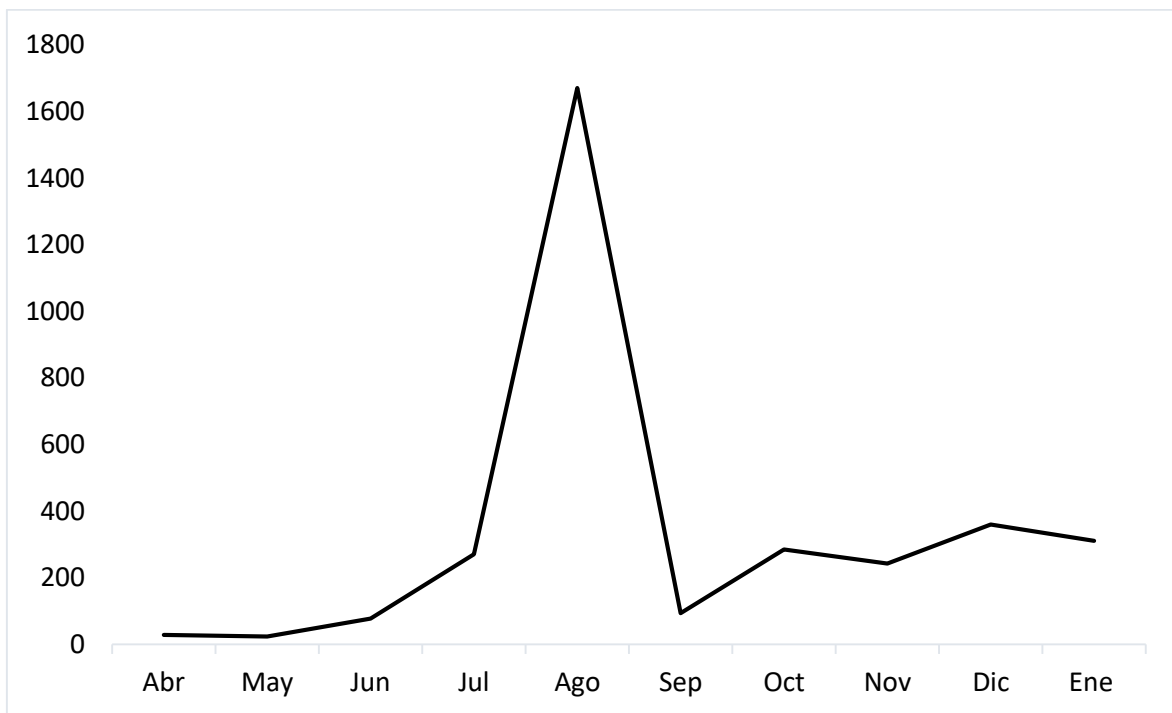


Figura. 6. Número de adultos de *Anthonomus eugenii* en cultivos de chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla

7.2. Fluctuación poblacional

La mayor población de picudos del chile se observó mediante el muestreo indirecto en el mes de agosto, este aumento en la población se debió a que ya no se realizó ningún tipo de manejo, lo que provoca que aun cuando hay pocas plantaciones la población se incremente considerablemente y además es donde se traslapan los ciclos agrícolas, esto puede ser la causa por la que en el segundo ciclo agrícola se detectó un mayor número de picudos al inicio del ciclo de la plantación. En el mes de diciembre se finalizaron las cosechas del segundo ciclo agrícola, sin embargo, las poblaciones de picudo se siguieron manteniendo hasta el mes de enero aun sin cultivos en pie, estos resultados demuestran la afectividad del uso de trampas con feromonas de agregación y atrayente alimenticio para determinar la presencia y ausencia de la plaga. Además, se puede determinar que los picudos se encuentran activos aun después de la cosecha por lo que podrían ser un foco de infestación

entre ciclo y ciclo como lo describe Sparks *et al.* 2022. Así mismo, no se observó una etapa de hibernación de *A. eugenii* para la zona de estudio, esto muy probable se deba a que la zona de estudio se traslapan los ciclos agrícolas de Chile y las temperaturas se encuentran entre 10 y 25 °C en los meses de diciembre y enero (figura 7).

En cuanto a la efectividad del muestreo directo e indirecto no hay una diferencia estadísticamente significativa ($P=0.3336$) por lo que los dos métodos de muestreo son una herramienta confiable para la detección inicial de las poblaciones de picudo. En el caso de las variables ambientales no se encontró algún factor que se pudiera relacionar con la fluctuación poblacional de *A. eugenii* ($R^2=21.7582\%$). Teniendo un valor de P para la relación con las variables temperatura max ($P=0.6022$), temperatura min ($P=0.3312$), humedad relativa ($P=0.1357$) y velocidad del viento ($P=0.1195$), Indicando que ninguno de los elementos ambientales considerados en este trabajo tenga relación con el incremento o decremento de las poblaciones de *A. eugenii*, esta fluctuación poblacional está directamente relacionada con la etapa fenológica del cultivo debido a que la plaga se observa al inicio de la floración y se mantiene durante la floración y fructificación coincidiendo con lo que cita Anovel *et al.* 2015, que la presencia de *A. eugenii* está relacionada con la fenología del cultivo, iniciando su presencia durante la floración y se mantiene durante la fructificación.

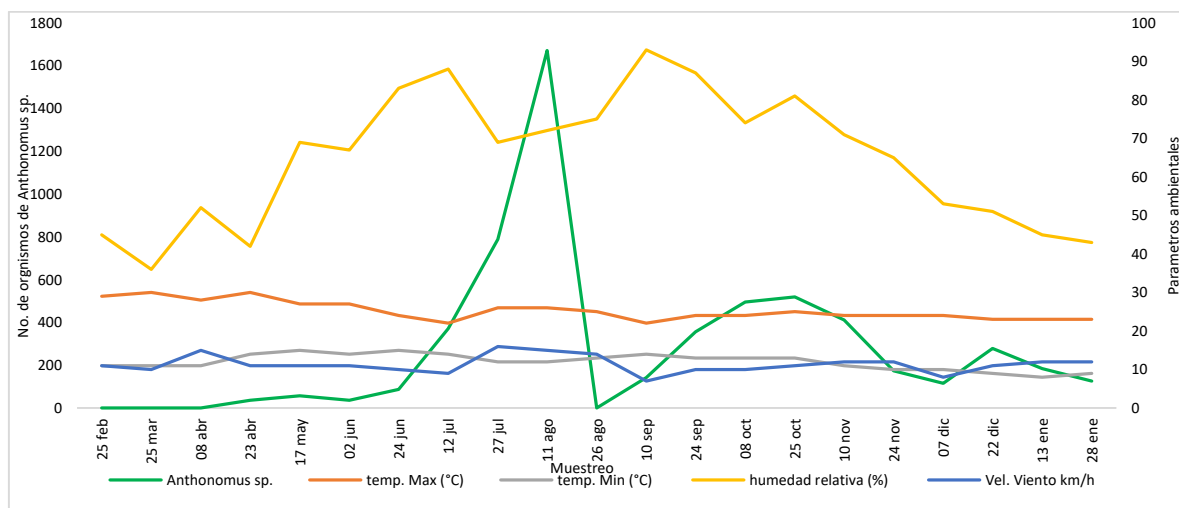


Figura 7. Parámetros ambientales y fluctuación poblacional de *Anthonomus eugenii* en cultivos de Chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla.

7.3. Determinación taxonómica de *Anthonomus eugenii*.

7.3.1. Identificación morfológica

Se revisó el material colectado del muestreo directo e indirecto, obteniendo dos morfo tipos con coloración del cuerpo diferente (figura 8). La característica distintiva para la identificación del género *Anthonomus* fue la presencia de un diente o espina mesofemoral con emarginación aguda (figura 9) de acuerdo a las claves taxonómicas propuestas por Soto *et al.*, 2013, corroborando que este género es el asociado a daños en el cultivo de chile. A demás esta característica fue equivalente a lo descrito por Cortez *et al.*, (2020) en donde identifica a *Anthonomus eugenii* como nuevo hospedero de tomatillo.

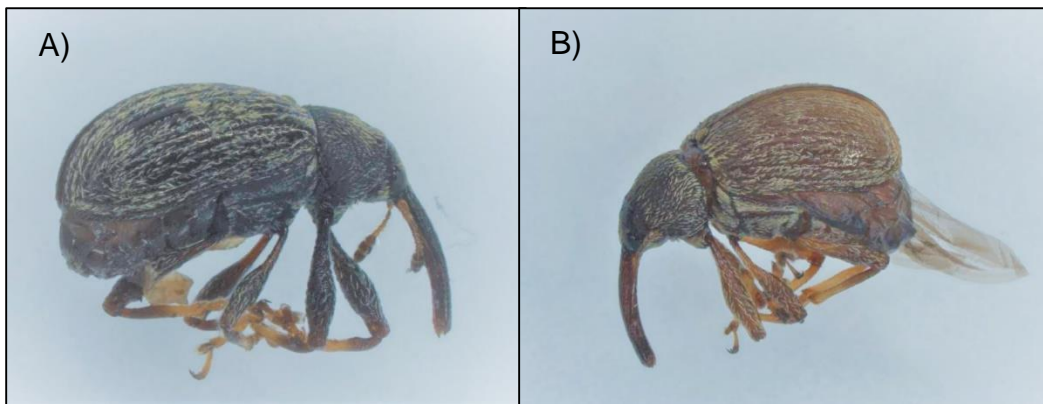


Figura 8. A) Primer morfo tipo y B) segundo morfo tipo

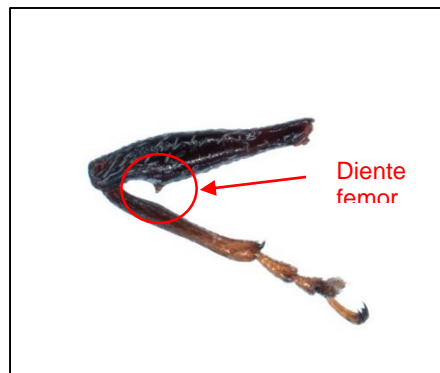


Figura 9. Diente o espina mesofemoral con emarginación aguda.

7.3.2. Identificación molecular

Las secuencias obtenidas de los dos organismos se compararon con secuencias en la base de datos de NCBI-Genbank dando como resultado del 98.22% de similitud (cuadro 2) con la especie *Anthonomus eugenii* (MK652924.1), corroborando que esta especie es la causante del daño que tienen los chiles de la zona de estudio (figura 10).

Cuadro 2. Secuencia referencia obtenida de la base de datos de NCBI.

Cepa de referencia	Por. Cober	Por. Ident	Procedencia	Año	Accesión
A. eugenii	100%	98.22%	USA	2019	MK652924.1

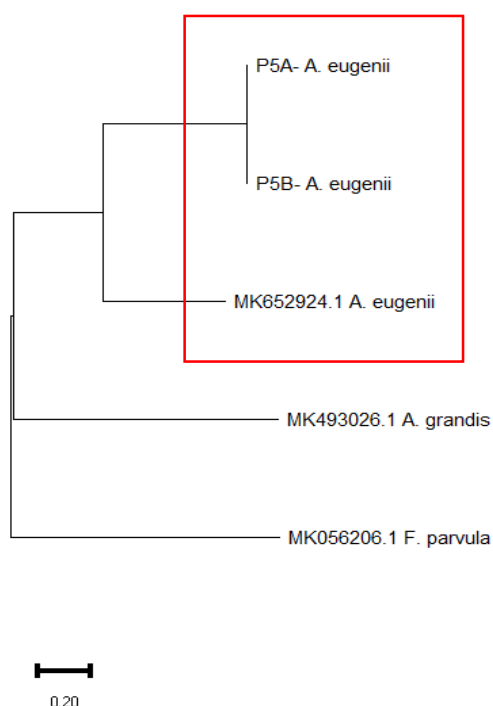


Figura 10. Árbol filogenético que muestra la relación filogenética entre las muestras obtenidas (P5A y P5B) en campo y una referencia del picudo del chile (*Anthonomus eugenii*) obtenida de la base de datos NCBI.

7.4. Hábitos de *Anthonomus eugenii*

7.4.1. Hábitos de alimentación

En el presente estudio se observó a los adultos de *A. eugenii* alimentándose de flores (figura 11-A), hojas (figura 11-B) y frutos (figura 11-C), siendo el alimento que más prefieren las flores, cuando se encuentran alimentándose de la flor esta ya no se desarrolla y se cae, mientras que en los frutos se observó ocasionando daños al alimentarse, en donde no tiene un área de predilección, ya que se encontraron alimentándose de diferentes lugares del fruto.



Figura 11. A) *Anthonomus eugenii* alimentándose de una flor. B) *Anthonomus eugenii* alimentándose de hojas. C) picudos alimentándose de fruto de chile.

7.4.2. Hábitos durante la copulación

En organismos de *A. eugenii* aún no se ha visualizado algún tipo de cortejo precursor a la copulación, lo que se observó en el presente estudio es que el macho se acerca por la parte trasera de la hembra, posteriormente monta a la hembra sujetándola de la parte anterior de los élitros con la ayuda de espolones o uñas de las patas delanteras, (figura 12-A), posteriormente el macho introduce su edeago (figura 12-B) y comienza la copulación (figura 12-C). El tiempo observado que dura la copula es de 18 min en promedio n=12.

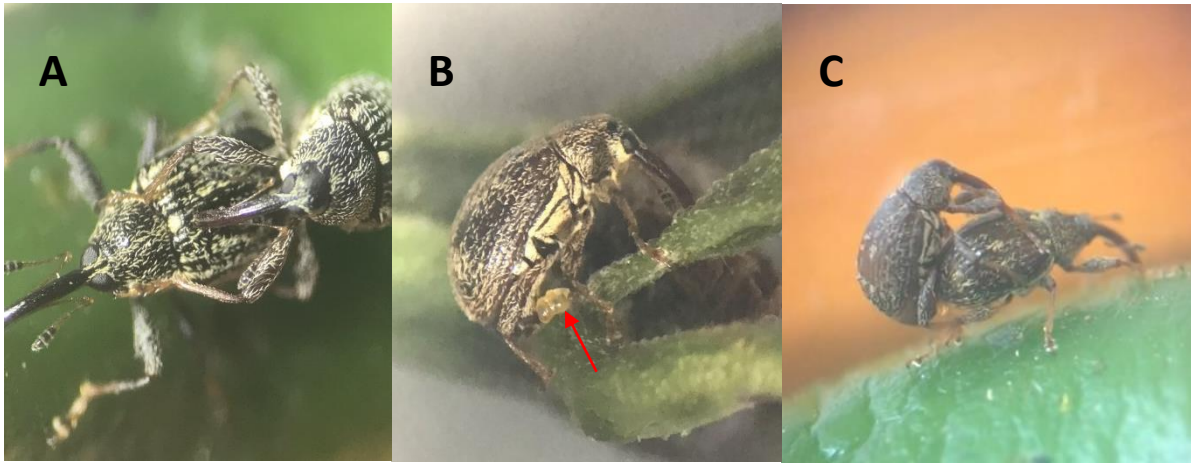


Figura 12. A) Macho del género *Anthonomus eugenii* montando a la hembra, B) visualización de edeago expuesto, C) macho y hembra en copulación.

7.4.3. Hábitos de oviposición

Las hembras de *A. eugenii* ovipositan en flores y en el fruto de chiles de diferentes tamaños, aun que tiene mayor afinidad por colocar sus huevos en chiles pequeños. La ovoposición inicia cuando la hembra realiza una perforación en el fruto casi del tamaño del largo y ancho de su probóscide (figura 13-A), al finalizar de realizar la perforación en donde va a realizar la oviposición la hembra da un giro de 180 grados para colocar su parte anal sobre la perforación (figura 13-B).



Figura 13. A) Hembra de *Anthonomus eugenii* Perforando sitio de oviposición, B) Hembra posicionando parte anal en sitio de oviposición.

Cuando la hembra se posiciona sobre la perforación saca su ovipositor (figura 14-A) y lo coloca sobre el orificio para poner un huevo, esta acción dura alrededor de 60 segundos, posteriormente con el mismo ovipositor excreta una sustancia para sellar el orificio (14-B). De acuerdo a la observación en los frutos colectados (n=920) el 54% de las ovoposiciones se efectuaron en la parte media del chile, mientras que el 28% se realizó en la parte alta del fruto y solo el 18% de las ovoposiciones se realizaron en la parte baja del chile. En campo se registró que un chile puede tener de 1 hasta 12 huevos, mientras que a nivel laboratorio una hembra puede realizar 10 ovoposiciones en un solo fruto.

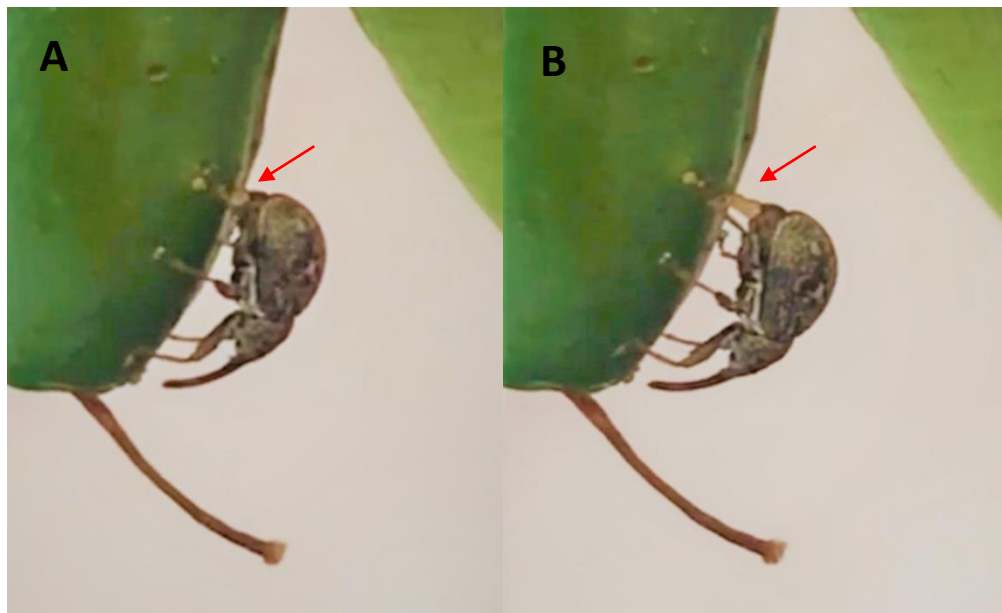


Figura 14. A) Hembra de *Anthonomus eugenii* posicionando su ovipositor sobre orificio, B) Hembra sellando orificio con la ayuda de ovipositor.

Para observar un huevo se realizó un corte trasversal a un chile con la ayuda de un bisturí y se logró visualizar la perforación que realizó la hembra previo a depositar el huevo, así como el huevo mismo (figura 15).

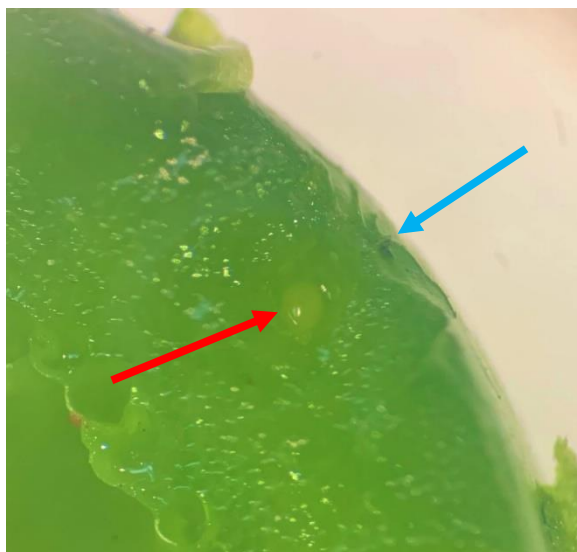


Figura 15. Huevo de *Anthonomus eugenii* la flecha azul señala el sitio de oviposición y la flecha roja el huevo.

Al extraer el huevo se visualizó para conocer su dimensión y coloración. Se observaron dos morfologías de huevos, la primera morfología fueron huevos recién ovipositados, los cuales presentaban una coloración blanquecina (figura 16-A) con un largo promedio de 0.47 mm y un ancho de 0.33 mm (n=10), después el huevo va tomando una coloración amarillenta. La segunda morfología fueron aquellos huevos donde el embrión ya estaba totalmente desarrollado y se podía visualizar la larva (figura 16-B), de color blanquecino el cuerpo de la larva y la parte cefálica de color amarilla tenue, las medidas de este tipo de huevos son de 0.48 mm de largo y 0.34 mm de ancho (n=77).

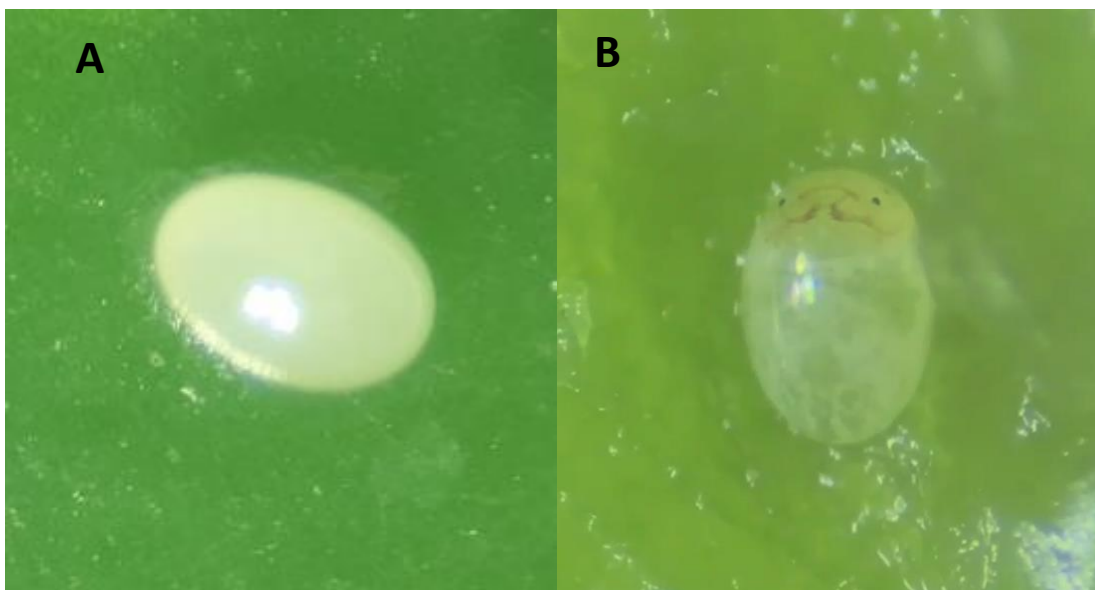


Figura 16. Huevo de *Anthonomus eugenii* A) recién ovipositado, B) con visualización de larva.

7.5. Distribución de parasitoides del picudo del chile.

Se localizaron parasitoides en dos predios comerciales (figura 17), el primer predio con cultivo de chile serrano (latitud 18.483765, longitud -97.881395) y el segundo predio de chile jalapeño (latitud 18.529466, longitud -97.867701), ambos predios ubicados en el municipio de Tepexi de Rodríguez.

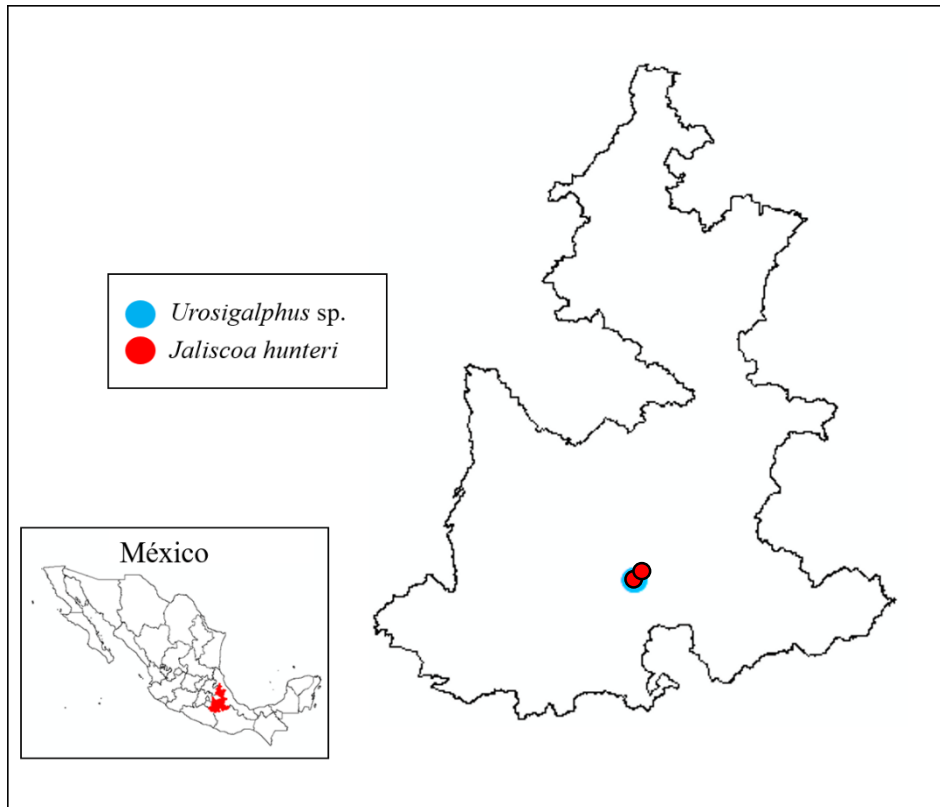


Figura 17. Distribución espacial de parasitoides del picudo del chile en el Distrito de Tepexi en el Estado de Puebla

7.6. Fluctuación poblacional

La fluctuación poblacional se obtuvo de los datos registrados de la parcela ubicada en la localidad de Cuatro Rayas (latitud 18.487923, longitud -97.889931), en la figura 18 se puede observar la primera detección de *A. eugenii* en el mes de abril, para el mes de julio cuando las poblaciones del picudo aumentaron a más de 100 individuos, se detectó por primera vez la presencia de 5 pupas, para la segunda quincena de julio se presentó la mayor población de *A. eugenii*, así como la detección de 42 organismos inmaduros de parasitoides incluyendo larvas y pupas, en total se obtuvieron 47 parasitoides, en las figuras 19 se observa la pupa de *Urosigalphus sp.*, mientras que en la figura 20 se presenta la pupas y larva de *Jaliscoa hunteri*.

El aumento de la población de la plaga y los parasitoides se debió a que en los predios en ese periodo no se realizó ningún tipo de manejo. La investigación descrita por Barraza (2007) sobre parasitoides del picudo del agave, señala que la actividad de los enemigos naturales de la plaga concuerda cuando las densidades del picudo del agave son altas, por lo que las poblaciones altas de las plagas pueden ser un indicio para la presencia de enemigos naturales.

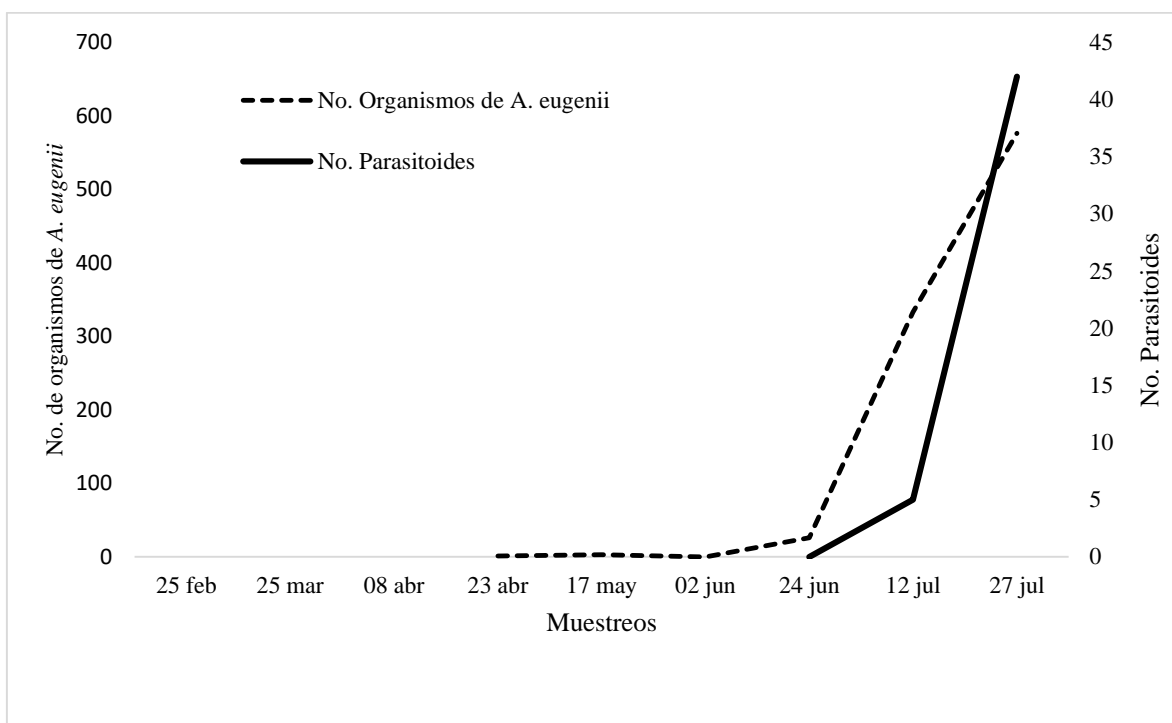


Figura 18. Fluctuación poblacional de *A. eugenii* y sus parasitoides *Urosigalphus* sp. y *Jaliscoa hunteri* en Puebla, México.



Figura 19. Pupa de *Urosigalphus* sp.

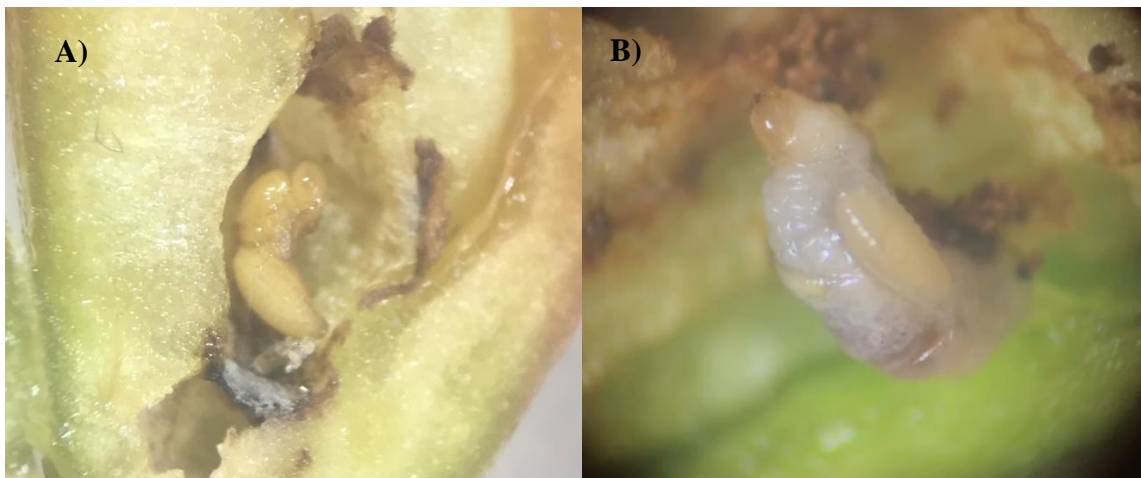


Figura 20. *Jaliscoa hunteri* A) Pupa B) Larva alimentándose de una larva de *Anthonomus eugenii*.

7.7. Identificación de enemigos naturales de *Anthonomus eugenii*.

Se obtuvieron 47 larvas de parasitoides, al emerger los adultos se identificaron dos especies, 35 individuos del género *Urosigalphus* sp. y 12 de la especie *Jaliscoa hunteri*.

Jaliscoa hunteri (figura 21) pertenece a la familia Pteromalidae y es denominado un ectoparasitoide generalista, se encuentra distribuido en los estados de Sinaloa, Veracruz, Nayarit, Oaxaca, Tamaulipas, Chiapas, Tabasco, Baja California Sur, Querétaro, San Luis Potosí, Morelos y Guanajuato (Cortez *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2007; 2012), con los resultados del presente trabajo se reporta por primera vez para el estado de Puebla, con un porcentaje de parasitismo del 1.3 %, como lo reportado por Cortez *et al.*, (2005) donde el porcentaje de parasitismo de *J. hunteri* va del 0.5 al 2.4 %. En base a lo anterior el parasitismo natural de *J. hunteri* no es tan eficiente para el control del picudo del chile, sin embargo, Schuster (2007) reportó que la liberación semanal de 8,000 adultos de *J. hunteri* ha reduce hasta el 50% la cantidad de frutos infestados por *A. eugenii*.



Figura 21. Adulto de *Jaliscoa hunteri*, línea escala 1 mm.

Urosigalphus sp. (figura 22) pertenece a la familia Braconidae, la presencia de los organismos de esta familia destacan por ser indicadores de riqueza y estabilidad en los ecosistemas, además de ser organismos con una gran eficiencia en el control de insectos plaga (Fernández y Sharkey, 2006). Trabajos descritos por Rodríguez et al., (2007; 2012) y Cortez et al., (2005) evidencian el parasitismo de *Urosigalphus* sp. sobre el curculionido *A. eugenii* en los estados de Nayarit, Oaxaca, Morelos, Yucatán, Sinaloa y con los hallazgos descritos en este trabajo se reporta por primera vez en el estado de Puebla con un parasitismo del 3.5 % en comparación con el 0.03% descrito por Cortez et al., (2005).



Figura 22. Adulto de *Urosigalphus* sp. línea escala 1 mm.

7.8. Informe a productores de Chile.

Se realizaron 2 pláticas a productores de Chile, la primera se realizó el 19 de mayo en donde asistieron alrededor de 26 productores y productoras de la zona de estudio

que comprende a las localidades de Coyotepec, Cuatro Rayas y Guadalupe Victoria (figura 23). La segunda plática se realizó el día 02 de junio en el municipio de Santiago Miahuatlan, en donde se asistieron 9 productores de chile (figura 24). En ambas pláticas se dio a conocer los hábitos y la fluctuación poblacional del picudo del chile en la zona de estudio por medio de presentación en Power Point y trípticos (Anexo 1). Además, se recomendó aplicar nuevas estrategias de manejo para el picudo del chile propuestas por Bayer, S/F; Torres y Rodríguez (2012) (Anexo 2).



Figura 23. Platica a productores de chile de las localidades de Coyotepec, Cuatro Rayas y Guadalupe Victoria pertenecientes al Distrito de Tepexi, en el estado de Puebla.



Figura 24. Platica a productores de chile del municipio de Santiago Miahuatlan, Puebla.

Conclusiones

- Los hábitos y la fluctuación poblacional de *A. eugenii* se vincula con el estado fenológico del cultivo de chile en el Distrito de Tepexi, en el Estado de Puebla.
- La presencia de *A. eugenii* se observó en los dos ciclos agrícolas desde el inicio de floración y fructificación hasta post-cosecha, con la mayor población en el mes de agosto.
- El muestreo directo e indirecto son herramientas confiables para la detección de las primeras poblaciones de picudo en el cultivo de chile.
- La población de *A. eugenii* se observó durante todo el año, sin una correlación entre la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y velocidad del viento.
- Debido a las temperaturas y presencia de alimento en la zona de estudio *A. eugenii* no se observó invernando.
- Se determinó la identificación morfológica y molecular de *Anthonomus eugenii* como la especie asociada a los daños en los cultivos de chile.
- Se determinó a *Urosigalphus* sp. y *Jaliscoa hunteri* como agentes controladores de la población de *A. eugenii*, siendo nuevos registros para el estado de Puebla.
- La importancia de dar a conocer estos resultados, contribuye para que los productores de la zona incrementen estrategias de manejo preventivas al terminar el primer ciclo agrícola, con la finalidad de bajar las poblaciones del picudo del chile.

IX. Literatura citada

- Aguirre, H. E. y Muñoz, O. V. 2015. El chile como alimento. *Ciencia*, 66 (3). 16-23.
- Anovel, B., Vidal, A. C., Román, G. M. y Masachika, H. 2015. Dinámica poblacional del picudo del Ají *Anthonomus eugenii* (Coleóptera: Curculionidae). *Ciencia Agropecuaria*. 22. 1-15.
- Altieri, M. y Nicholls, C. I. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiental para América Latina y el Caribe. 250 p.
- Avendaño, M. F., Parra, T. S., Corrales, M. J. y Sánchez, P. P. 2015. Resistencia a insecticidas en tres poblaciones del picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) en el estado de Sinaloa, México. *Fitosanidad*. 19 (3). 193-199.
- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios [ASERCA]. 2018. Chile verde símbolo de identidad nacional. Recuperado el 23 de septiembre del 2020 en: <https://www.gob.mx/aserca/es/articulos/chile-verde?idiom=es>.
- Barraza C. M. 2007. Evaluación del daño por el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal) en agave tequilero (*Agave tequilana* Weber var. Azul) en el Valle de Tequila, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 49 p.
- Barrios, D. B., Ramírez, P. S., Vázquez, H. G., García, L.E., Méndez, G. J. y Domínguez, H. F. 2012. Fluctuación poblacional de *Anthonomus eugenii* Cano, mediante feromona sintética en plantaciones comerciales de chile serrano de Tetela de Ocampo, Puebla. *Entomología mexicana*. 11: 798-803.

Bayer de México S. A. de C.V.S/F. Manual Picudo del Chile. Recuperado el 23 de febrero del 2022 en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/50912972/manual-del-picudo-del-chile-bayer-cropscience-mexico>.

Cortez, E., Machado, E., Valenzuela, F. & Moreno, A. (2020). Primer Reporte del Tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot ex Horm. como Hospedero del Ciclo de Vida del Picudo del Chile. *Southwestern Entomologist*. 45 (4). 1157- 1159

Cortez, M. E., Cabanillas, D. E. y Armenta B. D. 2005. Parasitoides y Parasitismo Natural del Picudo del Chile *Anthonomus eugenii* en el Norte de Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist*. 30: 181-190.

Chaires, G. M., Antonio, L. M., Palacios, T. R., Hernández, H. H., Castañeda, V. A., Valenzuela, E. F. y López, M. G. 2020. Nuevos Registros de Parasitoides del Picudo del Chile y su Parasitismo Natural en Loma Bonita, Oaxaca. *Southwestern Entomologist*. 45: 979-984

Escobar, M. P. 2008. Actividad insecticida de bacterias asociadas al cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) y aisladas del *Anthonomus eugenii* Cano como alternativa de control biológico en esta plaga. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 97 p.

Fernández, F. y Sharkey, M. J. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. 894 p.

Food and Agriculture Organization [FAO]. 2017. Crops. Recuperado el 24 de septiembre del 2020 en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>

Garza, U. E. 2001. El barrenillo del chile *Anthonomus eugenii* y su manejo en la Planicie Huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 14. 23 p. DOI

Gibson, G.A. 2013. Revision of the species of *Jaliscoa* Boucek within a review of the identity, relationships and membership of *Jaliscoa*, *Catolaccus* Thomson,

Eurydinoteloides Girault, *Lyrcus* Walker and *Trimeromicrus* Gahan (Hymenoptera:Pteromalidae). ZOOTAXA. 3612: 001- 085.

Gobierno de Puebla. 2020. Desarrollo Regional Estratégico, Región 18- Tepexi de Rodríguez. Recuperado el 27 de noviembre del 2020 en: http://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2018%20Tepexi%20de%20Rodr%C3%ADguez.pdf

Hernández, V. S., Dávila, A. P. y Oyama, K. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 64. 65-84.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Recuperado el 27 de noviembre del 2020 en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/index.html>.

Jiménez, B. J. 2014. Manual técnico de: Plagas y enfermedades en Solanáceas. Gowan Mexicana SAPI de C.V. 395 p.

Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. Entomología práctica. Publicación 22. Instituto de Ecología A. C. México, D. F. 534.

Nava, P. E., García, G. C., Camacho, B. J. & Vázquez, M. E. 2012. Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*. 8 (3). 17-29.

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. 2017. La población mundial aumentara en 1,000 para 2030. Recuperado el 22 de octubre del 2020 en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>.

Osorio, C. J. 2006. Comportamiento y respuesta hacia atrayentes de adultos del picudo del chile, *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Maestría. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo, Montecillo, Mex. 57.

- Pérez, C. L., Castañón, N. G., Ramírez, M. M. y Mayek, P. N. 2015. Avances y perspectivas sobre el estudio del origen y la diversidad genética de *Capsicum* spp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2 (4). 117-128.
- Rodríguez, L. E., Stansly, P. A., Schuster, D. J. y Bravo, M. E. 2007. Diversity and distribution of parasitoids of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) from México and prospects for biological control. *Florida Entomologist*. 90(4). 693-702 p.
- Rodríguez, L. E., Lomeli, F. R., Valdez, C. J., Jones, R.W. y Stansly, P.A. 2012. New Records of Species and Locations of Parasitoids of the Pepper Weevil in Mexico. *Southwestern Entomologist*. 37:73-83.
- Torres, R. A. y Rodríguez, L. E. 2012. Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero con énfasis en el picudo del chile. Koppert México S.A. de C.V. 48 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. 2017. Planeación agrícola Nacional 2016-2030. Recuperado el 24 de noviembre del 2020 en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255626/Planeacion_Agricola_Nacional_2017-2030- parte tres.pdf.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. 2010. Un panorama del cultivo del chile. Recuperado el 24 de septiembre del 2020 en: <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. 2019. Avances de siembras y cosechas 2019. Recuperado el 24 de septiembre del 2020 en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.d
[o](#).
- Soto, M., Jones, W., Reyes, P. (2013). A key the Mexican and Central America Genera of Anthonomini (Curculionidae, Curculioninae). *ZooKeys* 260: 31-47.

- Schuster, J. D. 2007. Suppression of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) pepper fruit infestation with releases of *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Biocontrol Science and Technology*. 17: 345-351.
- Sparks, A.N., Weredyk, T.R., Torrance, T., Shealey, J., Hollifield, S., Gay, W., Kichler, J. & Hand, J. 2022. Overwintering of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) in Southern Georgia. *Journal of entomological science*. 57: 123-128.
- Zegbe, D. J., Valdez, C. R. y Lara, H. A. 2012. Reseña del libro: Cultivo de chile en México. *Fitotecnia México*, 35(4), 1 p.
- Zepeda, J. I. 2018. Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura Sociedad y desarrollo*. 15(1). 99-108.
- Wu, P., Hasseb, M., Diedrick, W., Ouyang, H., Zhang, R., Kanga, L. & Legaspi, J. 2019. Influence of Plant Direction, Layer, and Spacing on the Infestation Levels of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) in Open Jalapeño Pepper Fields in North Florida. *Florida entomologist*. 102: 501-508.

Anexo 1

Tríptico Manejo Integral del picudo del Chile

Control químico

Utilizar productos específicos para la plaga y que no afecten a la fauna beneficiosa; así como hacer rotaciones de los grupos químicos para evitar resistencia.

Comercio	Principio activo	Indicaciones	Ingredientes activos y sus dosis	Resistencia
Actara 23 WG (Fenitrotion)	BullDuck 125 (Deltamethrin)	Dynama (Fipronil)	Lucarphion 3000-C (Mafoson)	Carantele (Diflubenzuron)
Calypso (Fluclupirid)	Xenata azox 3 CS (Lambda Cyhalotrina 5, 23%)	Picato 300 (Fipronil)	Lucarphion 30-C CE (Mafoson 30%)	Prestar (Diflubenzuron)
Cluck (Cifluterid)	Xenata Zen 3 ME (Lambda Cyhalotrina 3, 23%)	Regent 20 SC (Fipronil)	Kull 90 (Metomol)	Prestar (Diflubenzuron)
Microlite Max 500 OD (Deltamethrin)	Muradit Max 300 OD (Deltamethrin)		Larviban 75WG (Clofenthiol etil)	
Raucato 20 (Azoxipirid)	Muradit Max 300 (Deltamethrin)		Foley Bay (Clofenthiol etil)	
Unibum OD (Fenitrotion)	Masuda Max 32 (Zeta-Cipermetrina + Fenitrotion)			

Uso de organismos beneficiosos

Utilizar organismos específicos para el picudo del Chile, como *Catolaccus hunteri* (avispa), *Metarhizium anisopliae* (hongo) y *Beauveria bassiana* (hongo).

Eliminación de frutos

Destinar una cuadrilla para la recolección de frutos caídos y rezaga infestados con la plaga y eliminarlos por quema o enterramiento.

Destrucción de cultivos abandonados

Para prevenir focos de infestación la próxima temporada se deben destruir de manera inmediata cultivos abandonados y socas.

Aplicación final

Realizar una aplicación química antes de iniciar la destrucción del cultivo, para bajar las poblaciones y evitar que migren a otros predios.

Rotación de cultivo



Para más información contactar a:

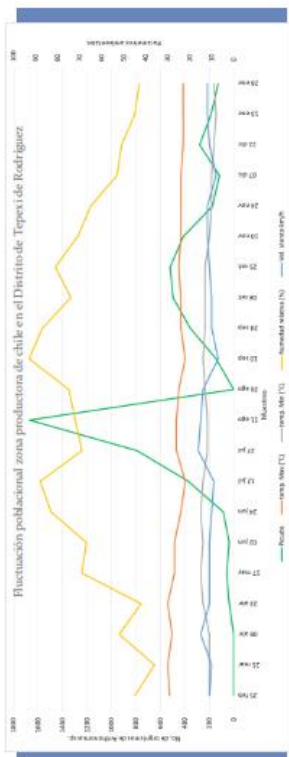
Biol. Diana Fernanda Espinoza Castillo

(332) 256-8590

dianaespinozacastillo@gmail.com

Manejo Integral del picudo del Chile

Biol. Diana Fernanda Espinoza Castillo



El picudo del Chile (*Anthonomus eugenii*) es la plaga más importante en el cultivo de Chile, existe evidencia que un mal manejo de la plaga puede llevar a pérdidas hasta del 100%.

Actualmente el manejo del picudo es con la aplicación desmedida de insecticidas que en ocasiones no tiene buenos resultados cuando las poblaciones de la plaga son altas. El aumento de las aplicaciones repercute directamente en el incremento de los costos, además que el uso inadecuado de insecticidas provoca resistencia.

Los principales efectos a largo plazo sobre los trabajadores que aplican los insecticidas son: los que afectan directamente al individuo expuesto como esterilidad, anemia, cáncer, trastornos diversos y trastornos que se observan en la descendencia como mutagénesis, alteraciones en el sistema inmunológico y el sistema nervioso central. La población en general también está expuesta indirectamente a través de la contaminación del agua, del aire y sobretodo del alimento.

Por lo anterior es importante implementar métodos más amigables con los humanos y el medio ambiente, a continuación se presenta información muy valiosa para que los productores hagan uso y manejo de estas importantes plagas.



Establecimiento de fechas de siembra

Es muy importante que los productores se coordinen para determinar fechas de siembra debido a que en estas localidades los cultivos de Chile se traslapan y esto hace que las altas poblaciones de picudos que no se controlaron en los lotes que van terminando de cosechar migren hacia las nuevas plantaciones.

Selección del predio

En los monitoreos se observaron las mayores poblaciones iniciales en predios que se sembraron cerca de predios que tuvieron anteriormente cultivo de Chile, por lo que es importante evitar replantar en sitios cercanos a plantaciones de Chile.

Control de malezas

Eliminación de plantas hospederas preferentemente malezas de la familia Solanácea incluyendo berenjena, tomate y tomate, antes y después del cultivo.



Monitoreo

Realizar monitoreos constantes ya sea con trampas con feromonas de agregación y atrayentes alimenticios o con observación directa de botones florales, frutos y ápices (15 muestras al azar) a escala regional, con el objetivo de evaluar la dinámica poblacional de la plaga en el cultivo.

Anexo 2

Recomendaciones para el Manejo Integrado del picudo del chile

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio y dada la población de *A. eugenii* en el cultivo de chile para la zona de estudio es imprescindible la implementación de las siguientes estrategias a nivel regional para el control de esta plaga en la zona productora de chile en el estado de Puebla, de acuerdo a como se han implementado para otras zonas productoras de chile (Bayer, S/F; Torres y Rodríguez, 2012):

- Los productores deben coordinarse y establecer fechas de siembra de chile con las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo y su comercialización, e implementar una ventana fitosanitaria que consta en dejar de cultivar y eliminar hospederos susceptibles a la plaga al menos 3 meses, con el objetivo de romper el ciclo biológico de la plaga y evitar su proliferación.
- Seleccionar el sitio de plantación alejado de predios con antecedentes de cultivo de chile y sobre todo que éste haya tenido presencia de picudo del chile.
- Eliminación de plantas hospederas como chiquelite (*Solanum nigrum* L.), sacramanteca (*Solanum madrense* Fern.), mala mujer (*Solanum tridynamum* Duna), chichiquelite (*Solanum nigrescens* Mart & Gal.), hierba mora (*Solanum elaeagnifolium* Cav.), toloache (*Datura stramonium* en cursivas L.), berenjena (*Solanum melogena* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) antes y después del cultivo.
- Realizar monitoreos constantes ya sea con trampas con feromonas de agregación y atrayentes alimenticios o con observación directa a nivel regional, con el objetivo de evaluar la fluctuación poblacional de la plaga en el cultivo y saber en qué momento iniciar las medidas de control.

- Utilizar trampas Pherocon Pew ® que contienen feromonas de agregación y atrayentes alimenticios para el control del picudo del chile.
- En caso de implementar control químico, utilizar productos específicos para la plaga como los recomendados para la zona de estudio (**BullDock 125** (Betacyflutrin 11.80%), **Regent 20 SC** (Fipronil 18.87%), **Massada Max 32** (Zeta-Cipermetrina + Novaluron), **Foley Rey** (Clorpirifos etil 31.65 + Permetrina 4.52%), **Muralla Max 300 OD** (Betacyflutin 8.40% + Imidacloprid 19.60%), **Dimilin** (Diflubenzuron 22 %) y **Prostar** (Diflubenzuron 22 %)), así como hacer rotaciones de los grupos químicos para evitar resistencia.
- Uso de insectos benéficos como *Catolaccus hunteri* Burks y hongos entomopatogenos (*Metarhizium anisoplie* y *Beauveria bassiana*) siempre y cuando no se apliquen cuando se vaya aplicar insecticidas.
- Eliminación semanal de reservorios como frutos caídos y con síntomas de la plaga.
- Destrucción de cultivos abandonados y residuos de la cosecha.
- Rotación de cultivo con leguminosas, poaceas, umbelíferas, aliáceas, cucurbitáceas, brasicas y compuestas.