



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA
REGIONAL

**INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA
(*Conotrachelus crataegi* Walsh) EN SISTEMAS
TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE
(*Crataegus* spp.) EN PUEBLA**

BLANCA BUSTOS GARCIA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2020

La presente tesis, titulada: **Incidencia del barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) en sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en Puebla**, realizada por la alumna: **Blanca Bustos García**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

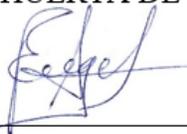
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

ASESOR:



DR. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO

ASESOR:



DR. JUAN MORALES JIMÉNEZ

ASESOR:



DRA. ERICA MUÑOZ REYES

Puebla, Puebla, México, 22 junio del 2020.

**INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA (*Conotrachelus crataegi* Walsh)
EN SISTEMAS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE
(*Crataegus* spp.) EN PUEBLA**

Blanca Bustos García, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2020

El tejocote (*Crataegus* spp.) es un frutal importante en la tradición de festividades decembrinas principalmente en el centro del país. El estado de Puebla es el principal productor de esta especie a nivel nacional (SIAP 2019). El tejocote es afectado por diversos factores; sin embargo, las plagas y enfermedades, merecen especial atención, debido a los daños que ocasionan continuamente. El barrenador de la semilla del fruto del tejocote *Conotrachelus crataegi* Walsh, es la plaga de mayor importancia en la región productora en Puebla, conocida como Sierra Nevada, este insecto ocasiona graves pérdidas económicas a los productores. El objetivo de la presente investigación fue estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) en diferentes sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla. Se seleccionaron cuatro huertos de tejocote, ubicados en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla, los daños ocasionados por *C. crataegi*, se estimaron por medio de muestreos de larvas en frutos. En suelo se colectaron larvas invernantes y pupas en cada uno de los huertos. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey, utilizando el programa SAS versión 2002. Para conocer los sistemas de producción de tejocote y la incidencia del barrenador en los dos municipios antes mencionados, se aplicaron 87 cuestionarios a productores, se recabó la información necesaria para determinar las características de manejo de los huertos. El análisis descriptivo se realizó en el programa IBM SPSS STATISTICS Versión 22. Los huertos con mayor incidencia del barrenador en estadio de larva en fruto fueron: Huejo1 y Huejo3, con 45.3%, seguidos de Huejo2 con 24.6%; por último, Calpan1 con 0% que fue el huerto con mejor manejo donde no se encontraron frutos con larvas del barrenador. El 50% de los productores opinaron que el tejocote es rentable debido a su precio y altos rendimientos, en promedio obtienen 8.9 t ha⁻¹; las pérdidas por barrenador las estiman en 3.6 t ha⁻¹ (40.4%).

Palabras clave: Plaga, frutos, daños, manejo, policultivo.

INCIDENCE OF THE SEED BORER (*Conotrachelus crataegi* Walsh) IN TRADITIONAL HAWTHORN (TEJOCOTE) PRODUCTION SYSTEMS

(*Crataegus* spp.) IN PUEBLA

Blanca Bustos García, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2020

The tejocote (*Crataegus* spp.) is an important fruit in the tradition of december festivities, mainly in the central Mexico. The state of Puebla is the main producer of this species at the national level (SIAP, 2019). Tejocote is affected by various factors; however, pests and diseases require special attention, due to the damage they cause continuously. The borer of the tejocote fruit seed *Conotrachelus crataegi* Walsh, is the most important pest in the producing region in Puebla, known as Sierra Nevada, this insect causes serious economic losses to producers. The objective of the present investigation was to study the incidence of the seed borer (*Conotrachelus crataegi* Walsh) in different traditional tejocote (*Crataegus* spp.) production systems in the municipalities of Huejotzingo and Calpan, Puebla. Four tejocote orchards, located in the municipalities of Huejotzingo and Calpan, Puebla, were selected. The damage caused by *C. crataegi* was estimated through sampling of larvae in fruits. Wintering larvae and pupae were collected in soil in each of the orchards. The data were subjected to an analysis of variance and Tukey's mean comparison test, using the SAS version 2002 program. In order to know the tejocote production systems and the incidence of borer in the two aforementioned municipalities, 87 questionnaires were applied to producers, the necessary information was collected to determine the management characteristics of the orchards. The descriptive analysis was carried out in the IBM SPSS STATISTICS Version 22 program. The orchards with the highest incidence of the borer in the larval stage of fruit were: Huejo1 and Huejo3, with 45.3%, followed by Huejo2 with 24.6%; lastly, Calpan1 with 0%, which was the vegetable garden with the best management where no fruits with borer larvae were found. 50% of the producers thought that tejocote is profitable due to its price and high yields, on average they obtain 8.9 t ha⁻¹; losses by borer are estimated at 3.6 t ha⁻¹ (40.4%).

Key words: Plague, fruits, damages, management, polyculture.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por financiar mis estudios de maestría y el presente trabajo de investigación, al Colegio de Postgraduados Campus Puebla por financiar mi investigación y por la formación recibida durante mi estancia.

A los doctores integrantes del consejo particular: Arturo Huerta De la Peña, Engelberto Sandoval Castro, Juan Morales Jiménez y Erica Muñiz Reyes por el apoyo en la dirección de esta tesis y sus acertados comentarios.

Al Dr. Ramón Núñez Tovar por el apoyo en la vinculación con los productores de tejocote, al M. C. Ernesto Hernández Romero y a la Ing. Reyna Rojas, por las facilidades proporcionadas para la instalación de equipos de medición climatológica y la vinculación con productores donde se llevó a cabo parte de esta investigación.

A la bióloga: Azucena Díaz por la ayuda brindada en el trabajo de laboratorio, al M. C. Jorge Valdez Carrasco titular del área de investigación en el laboratorio de microscopía del COLPOS, Campus Montecillo por la asistencia con las fotografías de los parasitoides y al Dr. Andrey Ivanovich Khalaim por la confirmación de las especies parasitoides.

A los productores propietarios de los huertos estudiados: José Flores, Rodolfo Rojano, y Eusebio Rea Bautista, a la comisariada ejidal de Calpan, a los productores de las localidades de Huejotzingo y Calpan puebla por las facilidades brindadas en el desarrollo de la investigación.

A mi familia y amigos: gracias por su apoyo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. Planteamiento del problema.....	1
2. Objetivos.....	2
2.1.Objetivo general.....	2
2.2.Objetivos específicos.....	2
3. Hipótesis.....	3
3.1.Hipótesis general.....	3
3.2.Hipótesis específicas.....	3
4. Revisión de literatura.....	3
4.1.Tejojote (<i>Crataegus</i> spp.).....	3
4.1.1. Ubicación taxonómica.....	3
4.1.2. Descripción botánica.....	3
4.1.3. Distribución en México.....	4
4.1.4. Manejo del tejojote.....	5
4.1.4.1. Fertilización.....	5
4.1.4.2. Riego.....	5
4.1.4.3. Poda.....	5
4.1.4.4. Laboreo al suelo.....	6
4.1.4.4.1 Control de malezas.....	6
4.2. Sistemas de producción agrícola.....	7
4.3. Barrenador de la semilla del tejojote (<i>C. crataegi</i> Walsh).....	7
4.3.1. Ubicación taxonómica.....	7
4.3.2. Biología.....	7
4.3.4. Métodos de control.....	8
4.3.4.1. Control biológico.....	8
4.3.4.1.1 Enemigos naturales de insectos plaga.....	9
4.3.4.2. Control químico.....	11
4.3.4.2. Control cultural.....	11
Literatura citada.....	11

CAPÍTULO I. MATERIALES Y MÉTODOS	16
1.1. Incidencia del barrenador de la semilla (<i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh) en la producción de tejojote (<i>Crataegus</i> spp.) en Huejotzingo y Calpan, Puebla	16
1.1.1. Zona de estudio	16
1.1.2. Variables estudiadas	16
1.1.3. Tamaño de la muestra y diseño de la encuesta	16
1.1.3.1. Análisis de la información	17
1.1.4. Fase de campo	17
1.2. Incidencia de <i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh en huertos de tejojote (<i>Crataegus</i> spp.) con manejo tradicional en Puebla, México	17
1.2.1. Huertos estudiados	17
1.2.2. Variables estudiadas	18
1.2.3. Fase de campo	18
1.2.4. Fase de laboratorio	18
1.2.5. Fase de gabinete	18
Literatura citada	19
CAPÍTULO II. INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA (<i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh) EN LA PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE (<i>Crataegus</i> spp.) EN HUEJOTZINGO Y CALPAN PUEBLA	20
Resumen	20
Introducción	21
Materiales y métodos	21
Resultados y discusión	23
Conclusiones	42
Literatura citada.....	43
CAPÍTULO III. INCIDENCIA DE <i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh EN HUERTOS TRADICIONALES DE TEJOCOTE (<i>Crataegus</i> spp.) EN PUEBLA.....	45
Resumen	45
Introducción	45

Materiales y métodos	46
Resultados y discusión	48
Conclusiones	56
Literatura citada.....	57
CONCLUSIONES GENERALES	61
RECOMENDACIONES GENERALES.....	62

LISTA DE CUADROS

Cuadro I.1. Parasitoides reportados para la familia Curculionidae..... 9

CAPÍTULO II. INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA (*Conotrachelus crataegi* Walsh) EN LA PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.)

Cuadro 2.1. Características de las huertas de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla 24

Cuadro 2.2. Fertilizante aplicado a tejocote y cultivos perennes asociados en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla..... 29

Cuadro 2.3. Fertilizante aplicado a cultivos anuales en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla..... 30

Cuadro 2.4. Control fitosanitario para tejocote y cultivos perenes asociados en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla 31

Cuadro 2.5. Control fitosanitario en cultivos anuales asociados a tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla 33

Cuadro 2.6. Control de malezas químico en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla 34

Cuadro 2.7. Periodo de control de malezas químico en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla 35

Cuadro 2.8. Enemigos naturales asociados al cultivo de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla 37

Cuadro 2.9. Respuestas de los productores sobre las ventajas y desventajas de cultivar tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla..... 40

Cuadro 2.10. Costos en el cultivo convencional de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018 41

Cuadro 2. 11. Ingresos y utilidad en el cultivo convencional de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018 42

CAPÍTULO III. INCIDENCIA DE *Conotrachelus crataegi* Walsh EN HUERTOS TRADICIONALES DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) EN PUEBLA

Cuadro 3.1. Promedio de datos climatológicos por mes: precipitación, temperaturas media, máxima y mínima y humedad relativa máxima y mínima de Huejotzingo y Calpan, Puebla, 2018..... 54

LISTA DE FIGURAS

4. Revisión de literatura

Figura I.1. Zonas biogeografías de México de acuerdo a Morrone (2005).	4
Figura I.2. Ubicación de <i>Crataegus mexicana</i> en México	4
Figura I.3. Fenología del tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) y ciclo biológico del barrenador de la semilla (<i>C. crataegi</i>) en Huejotzingo y Calpan, Puebla	8

CAPÍTULO I. MATERIALES Y MÉTODO

Figura 1.1. Localización geográfica de los huertos estudiados	17
---	----

CAPÍTULO II. INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA (*Conotrachelus crataegi* Walsh) EN LA PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE (*Crataegus mexicana*)

Figura 2.1. Cultivos perennes asociados a tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) en Huejotzingo y Calpan Puebla y porcentaje de productores que los tiene de una muestra de 87.....	25
Figura 2.2. Cultivos anuales asociados a tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) en Huejotzingo y Calpan Puebla y porcentaje de productores que los posee de una muestra de 87.....	27
Figura 2.3. Forma de venta del tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla...37	
Figura 2. 4. Rendimiento (t ha-1) y calidad del fruto en los cortes realizados en el cultivo de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla	38
Figura 2.5. Época del primer corte de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla	39
Figura 2.6. Época del segundo corte de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla	39

CAPÍTULO III. INCIDENCIA DE *Conotrachelus crataegi* Walsh EN HUERTOS TRADICIONALES DE TEJOCOTE (*Crataegus mexicana*) EN PUEBLA

Figura 3.1. Número promedio de larvas de <i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh en cuatro huertos de tejocote con diferente manejo en dos localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla México.....	49
Figura 3.2. Número promedio de larvas de <i>Conotrachelus crataegi</i> Walsh en frutos de tejocote por huerto en el ciclo de producción 2018 en dos localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla México.....	50
Figura 3.3. Diversidad de cultivos anuales y perenes en los huertos estudiados	52

Figura 3.4. Humedad relativa (%) y número de larvas de *C. crataegi* en cuatro huertos de tejocote de Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018 55

**INCIDENCIA DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA (*Conotrachelus crataegi* Walsh)
EN SISTEMAS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE
(*Crataegus* spp.) EN PUEBLA
INTRODUCCIÓN GENERAL**

El tejocote (*Crataegus* spp.) es un frutal importante ya que se emplea en la tradición culinaria en fiestas decembrinas principalmente en el centro del país: en navidad como ingrediente para el ponche y dentro de piñatas (Núñez y Goytia, 2009) y es utilizado como componente en la ofrenda de día de muertos (Denis *et al*, 2012). Otros usos que se le da al tejocote son: consumo en dulces, conservas y mermeladas, medicinal ya que el té del fruto es un tratamiento para enfermedades cardíacas débiles y otras afecciones, aprovechamiento de la madera: para mangos de herramientas y otros artículos pequeños (PFAF, 2019), uso industrial: por su alto contenido en pectina se usa como coagulante de jaleas y mermeladas, la pectina extraída se usa en la elaboración de cosméticos, uso forrajero: frutos, hojas y brotes tiernos sirven como alimento para cerdos, chivos, borregos y conejos (ECURED, 2017).

Puebla ocupó en 2019 el primer lugar en producción de tejocote a nivel nacional, la región productora se ubica en la sierra nevada (SIAP, 2019). Sin embargo, la producción es mermada por afectación de plagas y enfermedades, y la principal plaga que ataca al cultivo es *Conotrachelus crataegi* Walsh que ocasiona pérdidas a los productores, debido a esto el objetivo de la presente tesis fué estudiar los efectos de la incidencia del barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) en los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

1. Planteamiento del problema

El tejocote (*Crataegus* spp.) es un frutal que se distribuye en el centro de nuestro país en estados como Puebla, Estado de México, Morelos, Michoacán, Tlaxcala e Hidalgo (Núñez *et al.*, 2012a).

Puebla con 5,521.82 t, ocupó el primer lugar con 96.7% de la producción nacional de tejocote en 2019 (SIAP, 2019); siendo la Sierra Nevada la región donde se produce este fruto. En el estado de Puebla hay seis municipios productores de tejocote, donde la plaga del barrenador del hueso

(*Conotrachelus crataegi* Walsh) cobra importancia, por la merma ocasionada a la producción y problemas en la comercialización (SENASICA, 2017).

Calpan y Huejotzingo son dos municipios de Puebla altamente productivos de tejocote por lo que la incidencia por el daño que ocasiona el barrenador es muy importante. La región productora en el estado de Puebla también es afectada por la enfermedad de *Gymnosporangium clavipes*: roya del fruto y la plaga de *C. crataegi*: el barrenador de la semilla (CESAVEP, 2017)

El daño por barrenador es causado por el estado de larva, la cual afecta la pulpa del fruto por lo que afecta la comercialización de éste en fresco. Después del periodo de apareamiento, el adulto hembra de *C. crataegi* oviposita en el fruto cuando aún no está maduro. Posteriormente de 3 a 5 días la larva emerge se alimenta de la semilla dañando la calidad del fruto ocasionando que no sea comercializable y por lo tanto afecta los ingresos y posibilidad de exportar el fruto, se conoce que los daños por larvas de *C. crataegi* Walsh en frutos de tejocote fueron del 77% en la localidad de Domingo Arenas y del 30% en Huejotzingo para el periodo 2014-2015 (Rosas *et al.*, 2017), lo cual indica la severidad comprobada del daño de esta plaga para los municipios. Esta investigación cobra importancia debido al desconocimiento de cómo combatir la plaga.

Las preguntas de investigación fueron:

¿Los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla tendrán relación con la incidencia del barrenador de la semilla?

¿Qué porcentaje de la producción se perderá por los daños ocasionados por el barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla?

¿El manejo de los huertos en Huejotzingo y Calpan, Puebla tendrá efecto en la incidencia de *C. crataegi*?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en los municipios de Huejotzingo y Calpan Puebla.

2.2. Objetivos específicos

- Describir los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) y estimar los daños ocasionados por el barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en la producción de tejocote en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla.
- Estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en tejocote (*Crataegus* spp.) en huertos con diferente manejo agronómico en los municipios de Huejotzingo y Calpan Puebla, México.

3. Hipótesis

3.1. Hipótesis general

La incidencia del barrenador de la semilla del tejocote (*Conotrachelus crataegi* Walsh) es diferente en relación con los sistemas de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en Huejotzingo y Calpan, Puebla.

3.2. Hipótesis específicas

- *Conotrachelus crataegi* Walsh está afectando al menos un 50% a la producción de tejocote en huertos de la región de los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla.
- La incidencia del barrenador es diferente en los sistemas de producción en Huejotzingo y Calpan, Puebla.

4. Revisión de literatura

4.1. Tejocote (*Crataegus* spp.)

4.1.1. Ubicación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Amygdaloideae

Tribu: Maleae

Género: *Crataegus*

Especie: spp. (Calderón & Rzedowski, 2001).

Descripción botánica

El tejocote (*Crataegus* spp.) pertenece a la familia Rosaceae, es una planta leñosa y espinosa con ovario ínfero, fruto carnoso y en forma de pomo anaranjado de más de 1.5 cm de diámetro comestible. Con hojas alternas, simples, enteras, dentadas o algo lobadas (Calderón y Rzedowski, 2001).

4.1.2. Distribución en México

En México hay existencia de este frutal (*Crataegus* spp.) en la zona del eje Volcánico Transmexicano donde se tiene la mayor concentración, seguido de la Sierra Madre Oriental y escasamente en la zona centro del Golfo de México y el sur del Altiplano Mexicano de acuerdo a las zonas biogeografías de México (Morrone, 2005) (Figura I.1.) y la distribución del tejocote reportada por Núñez *et al.*, (2012a) (Figura I.2.).



Figura I.1. Zonas biogeografías de México de acuerdo a Morrone, (2005). 1=California, 2=Baja California, 3=Sonora, 4=Altiplano Mexicano, 5=Tamaulipas, 6=Península de Yucatán, 7=Sierra Madre Occidental, 8=Sierra Madre Oriental, 9=Eje Volcánico Transmexicano, 10=Cuenca del Balsas, 11=Sierra Madre del Sur, 12=Costa Pacífica Mexicana, 13=Golfo de México, 14=Chiapas. (Tomado de Núñez *et al.*, 2012a).



Figura I.2. Ubicación de *Crataegus mexicana* en México. (Tomado de Núñez *et al.*, 2012a)

4.1.4. Manejo del tejocote

4.1.4.1. Fertilización

En un estudio realizado por Rosas *et. al.*, (2017) realizado en los municipios de Calpan, Huejotzingo y Domingo Arenas, se encontró que los productores de tejocote fertilizan con las fuentes químicas: Nitrofoska[®] (22-8-10), Triple 17[®] (17-17-17), DAP (18-46-0) y Urea[®] (46-0-0).

Ejemplos de fertilizantes orgánicos son: el estiércol animal, el abono verde que es fresco, son plantas producidas localmente que se incorporan al suelo sin haber sido digeridas por un animal o sin estar descompuestas, las compostas que son en materias orgánicas de origen vegetal, animal o humano descompuestas a través de la fermentación y pueden enriquecerse con fertilizantes minerales (FAO, 1999). Los excrementos vacuno, ovino, porcino, de aves y equino fueron ocupados por productores de Calpan, Huejotzingo y Domingo Arenas (Rosas *et. al.*, 2017).

4.1.4.2. Riego

El clima es un factor importante en el desarrollo de las plantas, este puede ser limitante para su cultivo, uno de los factores importantes es la humedad del suelo, el cual en general procede de las lluvias, por eso en las áreas frutícolas en las que la pluviometría es escasa y mal distribuída, es necesario el riego (Agustí, 2010). El tejocote una vez establecido requiere riego mínimo (Batis *et*

al., 1999). En el municipio de Calpan hay 60 ha de tejocote de temporal y 77 de riego, por su parte en Huejotzingo hay 72 ha de temporal y 44 de riego (SIAP, 2019), ambos municipios son suministrados por el acuífero Valle de Puebla (CONAGUA, 2018).

4.1.4.3. Poda

En condiciones naturales de vegetación, los árboles toman una forma desordenada y espesa, creciendo el ramaje impenetrable al aire y a la luz, la fructificación puede ser importante pero los frutos serán pequeños, de mediana calidad y gran disposición a la alternancia. Para remediar estos inconvenientes se practica la poda frecuentes y enérgicas, que dependen del género de producción deseado: muy somera y espaciada para producir frutos para la industria y perfeccionada al máximo y muy frecuente cuando se pretende producir frutos de calidad (Grisvard, 2006). Según los objetivos que persigan, la poda se divide en poda de formación, de fructificación, de mantenimiento y de regeneración. La poda de formación se lleva a cabo durante los primeros años de vida del árbol, su objetivo es obtener una estructura equilibrada y resistente, capaz de soportar las cosechas futuras. La poda de fructificación se practica para lograr la mejor distribución nutricional posible entre ramas, así como facilitar su iluminación, para mejorar la producción y calidad de frutos. La poda de mantenimiento controla el desarrollo del árbol para mejorar el manejo del mismo y facilita su relación con el medio. La poda de regeneración se emplea en árboles viejos en los que se detecta una reducción de la cosecha, se dejan sólo 4 a 6 ramas para promover la aparición de nuevos brotes (Agusti, 2010). En la región productora de tejocote se realiza poda en los meses de enero y febrero (Rosas *et al.*, 2017), las más comunes son en vaso y líder modificado (Núñez *et al.*, 2012b)

4.1.4.4. Laboreo al suelo

Las labores fijas son las llamadas “de otoño” y “de primavera”; las de otoño se realizan después de las primeras lluvias para mullir el suelo compactado, facilita la penetración y aprovechamiento de las lluvias de otoño y elimina la vegetación nacida a fines de verano. La labor de primavera se realiza al final del invierno, una vez acabados los fríos intensos, para mullir el suelo, eliminar la posible vegetación espontánea aparecida en esta época y aprovechar las lluvias primaverales. El apero de uso más frecuente en ambas labores en el arado de discos, en algunas situaciones se emplean cultivadoras y fresadoras. La época de realización de ambos laboreos, en los frutales está condicionada por la recolección y según las zonas climáticas muy frecuente por las lluvias (Gil, 2015). Para preparar el terreno para el establecimiento del cultivo de tejocote lo más recomendable

es realizar un subsoleo, rastreo y vigado para desmoronar terrones. Posteriormente se efectúa el trazo del huerto, el más común es el rectangular. Después de haber efectuado la plantación se recomienda hacer un cajete de dos metros de diámetro alrededor del árbol para captar agua en la época de lluvias y también si se cuenta con recursos es necesario realizar tres riegos de auxilio en la época de floración que es primordial para el buen desarrollo del cultivo de tejocote (Núñezb, 2012).

4.1.4.4.1 Control de malezas

El control de malezas es importante durante los primeros 2 a 3 años del cultivo; después el dosel del árbol provee suficiente sombra para minimizar su interferencia, se recomienda el control integrado que debe ser preventivo, cultural, mecánico y en casos necesarios químico. El mulching usando plástico negro o un material orgánico: paja, pasto seco o corteza de árboles suprimen las malezas. No se sugiere el uso de herbicidas en plantaciones jóvenes (Fisher *et al.*, 2012). Los productores de la región de la Sierra Nevada lleva a cabo el control de malezas de forma manual con ayuda de machete, hoz, aros, etc., (Zagoya, 2015).

4.2. Sistemas de producción agrícola

Los sistemas agrícolas se definen como conjuntos de explotaciones agrícolas individuales con recursos básicos, pautas empresariales, medios familiares de sustento y limitaciones similares. Según el alcance de un análisis, un sistema agrícola puede abarcar unas docenas o muchos millones de familias. Se clasifican en agricultura extensiva e intensiva, de secano o riego, de monocultivo o policultivo, etc. (FAO, 2018).

4.3. Barrenador de la semilla del tejocote (*C. crataegi* Walsh)

C. crataegi es originario de Estados Unidos (ITIS, 2020), donde ataca a especies nativas de *Crataegus*, pera, membrillo y en menor medida en manzanas y manzanas silvestres (Maier, 1990), en México los primeros registros de esta plaga se tienen en el año 2007 (SAGARPA, 2008).

4.3.1. Ubicación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Superorden: Endopterigota

Orden: Coleóptera

Familia: Curculionidae

Género: *Conotrachelus*

Especie: *crataegi*

Nombre científico: *C. crataegi* (Walsh, 1863).

4.3.2. Biología

A. *Huevo*: Miden de 0.7 a 1.0 mm, tienen una forma ovalada, tienen un color blanco traslúcido y son colocados individualmente. Necesitan de 3 a 5 días para la eclosión (Rosas *et al.*, 2017), esta fase ocurre en el fruto.

B. *Larva*: Es de tipo curculioniforme: ápoda, con cuerpo en forma de “C”, carnosos y cabeza poco desarrollada oscura (Alford, 2007). Longitud de 6 mm aproximadamente, de color blanco amarillento. Pasa por 6 instares larvales y dura aproximadamente 100 días (Rosas *et al.*, 2017). Esta fase se desarrolla en el fruto y luego en suelo hasta pupar.

C. *Pupa*: De tipo exarcta, de color blanca con patas y pico. Miden de 4 a 5 mm. Dura de 10 a 20 días, esta fase se lleva a cabo en el suelo (Rosas *et al.*, 2017).

D. *Adulto*: Miden de 3.75 a 5.75 mm, con forma ovalada de color café rojizo. Presenta dimorfismo sexual en tamaño. Las hembras son más robustas que los machos con movimientos más lentos. Machos con color blanquecino en forma de V invertida en la región dorsal del pronoto. Cabeza esférica que se prolonga en un pico que lleva en el extremo el aparato bucal masticador más largo que el protórax, (probóscide) ligeramente más largas en las hembras que en los machos (Muñiz, 2008).

El ciclo biológico del barrenador dura: en etapa de huevo (3 a 5 días), larva (120 a 210 días), pupa (7 a 15 días) y adulto (90 a 150 días). El ciclo se completa en (de 220 a 380 días).

Existe una relación importante entre la biología de *C. crataegi* y la fenología de tejocote, en enero y febrero el árbol se encuentra desarrollando las yemas, en marzo y abril está en floración y de mayo a diciembre el árbol se encuentra en fructificación coincidiendo con la etapa del barrenador de larva en el fruto (Rosas *et al.*, 2017) (Figura I.3.).

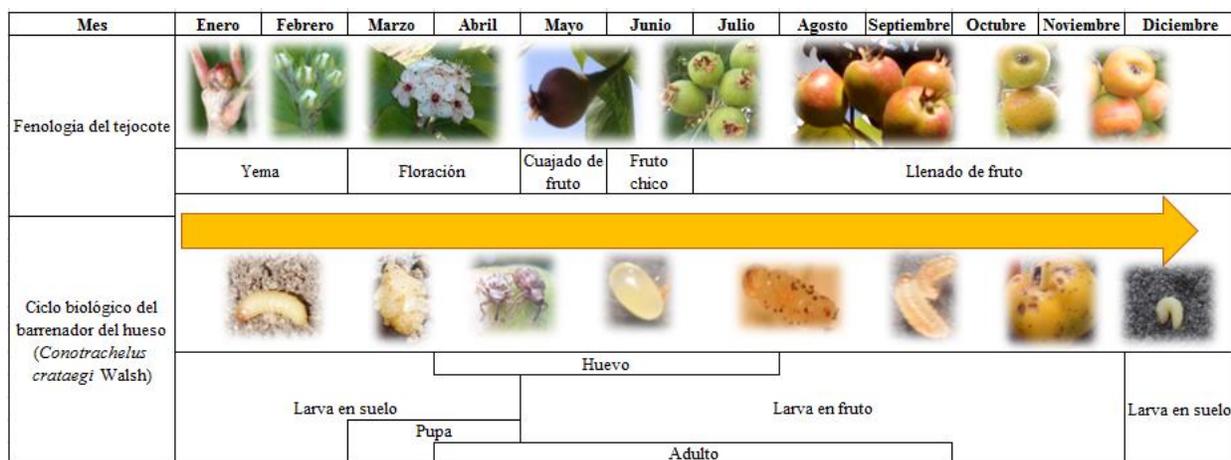


Figura I.3. Fenología del tejocote (*Crataegus* spp.) y ciclo biológico del barrenador de la semilla (*C. crataegi*) en Huejotzingo y Calpan, Puebla. (Elaboración propia con información de Rosas *et al.*, 2017).

4.3.4 Métodos de control

4.3.4.1. Control biológico

(Van Driesche y Bellows, 1996) expresan que el control biológico es el uso de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas y poblaciones competidoras para suprimir una población de plagas, haciéndola menos abundante y por lo tanto dañina. CESAVEP, (2019) recomienda *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para el control de *C. crataegi* en tejocote para el estado de Puebla.

Los parasitoides presentes en la zona y que tienen potencial en tejocote son: *Coptera* sp. (Dipriidae), *Utetes near canaliculatus* (Braconidae), *Diachasmimorpha mexicana* (Braconidae) y *Hemipenthes blanchardiana* (Bombyliidae) (Muñiz *et al.*, 2011).

4.3.4.1.1. Enemigos naturales de insectos plaga

En el cuadro I.1 pueden observarse las especies parasitoides encontrados en la familia Curculionidae.

Cuadro I.1. Parasitoides reportados para la familia Curculionidae.

Parasitoide	Hospedero	Etapas en la que ataca	País reportado	Referencia
<i>Mesopolobus incultus</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	<i>Mecinus pascuorum</i> : Picudo de las semillas de <i>Plantago lanceolata</i>	Larva	Finlandia	Nieminen, <i>et al.</i> , 2019
<i>Paracrias Ashmead</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	Gorgojo	Larva	Brasil	Palmieri <i>et al.</i> , 2013
<i>Bothrideres cactophagi</i> (Coleoptera: Bothrideridae)	<i>Metamasius spinolae</i> : Picudo del nopal	Prepupa	Milpa Alta, Cd. Mx. México	Rodríguez <i>et al.</i> , 2012
<i>Trichomalus perfectus</i> (Walker), <i>Mesopolobus morys</i> (Walker) y <i>Stenomalina gracilis</i> (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae)	<i>Ceutorhynchus obstrictus</i> (Marsham): Gorgojo de la canola	Larva	Estonia	Veromann <i>et al.</i> , 2011
<i>Microctonus aethiopoidea</i>	<i>Sitona lepidus</i> : el gorgojo de la raíz de trébol	Adulto	Nueva Zelanda	Gerard <i>et al.</i> , 2010
<i>Urosigalphus avocadoe</i> Gibson (Hymenoptera: Braconidae)	<i>Copturus aguacatae</i> Kissinger	Larva	Edo. Méx., México	Hernández <i>et al.</i> , 2009
<i>Brachyufens osborni</i> (Dozier) (Hymenoptera: Trichogrammatidae: Trichogrammatinae)	<i>Pachnaeus litus</i> : gorgojo de la raíz de cítricos de color verde azulado	Huevo	Estados Unidos	Jacas <i>et al.</i> , 2009
<i>Bracon mellitor</i> Fabricius (Hymenoptera: Braconidae), <i>Catolaccus grandis</i> (Burks) y <i>C. hunteri</i> Crawford	<i>Anthonomus grandis</i> Boheman: Picudo del algodónero	Larva	Tamps., México	Reyes <i>et al.</i> , 2007

(Hymenoptera: Pteromalidae), <i>Eurytoma</i> sp.					
(Hymenoptera: Eurytomidae), y <i>Microdontomerus</i> sp.					
(Hymenoptera: Torymidae) y <i>Urosigalphus</i> <i>anthonomi</i> Crawford					
(Hymenoptera: Braconidae) <i>Cyclaulacidea</i> sp	<i>Scyphophorus</i>	Pupa	Venezuela	Velazquez <i>et al.</i> , 2006	
(Hymenoptera: Braconidae)	<i>acupunctatus</i> Gyllenhal: Picudo del agave				
<i>Catolaccus grandis</i> (Burks)	<i>Anthonomus grandis</i> Boheman: Picudo del algodónero	Pupa	Brasil	Ramalho y Dias, 2003	
(Hymenoptera: Pteromalidae)					

(Nieminen, Nouhuys, Nieminen, & Nouhuys, 2019), (Palmieri, Farache, Pereira, & Hansson, 2013), (Rodríguez, 2012), (Veromann, Williams, Kaasik, & Luik, 2011), (Hernández Fuentes, 2009), (Jacas, Pen, & Duncan, 2009), (Reyes-Rosas, Loera-Gallardo, Lopez-Arroyo, & Vargas-Camplis, 2007), (Velázquez et al., 2006), (Ramalho & Dias, 2003).

4.3.4.2. Control químico

Al no existir productos autorizados para controlar a *C. crategi* por COFEPRIS el CESAVEP, (2019) recomienda aplicaciones de cipermetrina, diazinón y malatión en dosis de 1.25 mL L⁻¹ de agua. A nivel de familia: Curculionidae, se cuenta con una investigación en Túnez, donde se controló al picudo de la palma (*Rhynchophorus ferrugineus*) con benzoato de emamectina (5 g L⁻¹), thiametoxam (7.5 g L⁻¹) e imidacloprid 5% (10 mL L⁻¹) (Dhouibi *et al.*, 2017).

4.3.4.3. Control cultural

Es el control de insectos plaga por medio de podas, defoliación y deshierbes periódicamente (Sánchez *et al.*, 2015). En la Sierra Nevada se recomienda la recolección de la fruta caída debajo del huerto, remoción de suelo en la zona de goteo después de la cosecha, encalado de troncos y eliminación de chupones o rebrotes, así como cosecha y destrucción de frutos dañados antes de que estos caigan al suelo (CESAVEP, 2019).

Literatura citada

- Agustí, M. (2010). Fruticultura. 2da. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.
<https://books.google.com.mx/books?id=h9K-xQMXoAQc&printsec=frontcover&dq=fruticultura&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiDv6mi9ffpAhXCB80KHXPBdIQ6AEIKDAA#v=onepage&q=fruticultura&f=false>
- Batis A. I., Alcocer M., Gual M., Sánchez C. y Vázquez Y. C. (1999). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y reforestación. Instituto de Ecología UNAM-CONABIO. México.
- Calderón, G., y Rzedowski, J. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. In Instituto de Ecología, A.C.
- CESAVEP. (2017). Manejo fitosanitario de frutales. Retrieved November 22, 2019, from Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla website: http://www.cesavep.org/campanias/mff/mff_int.html
- CESAVEP. (2019). Ficha técnica manejo fitosanitario de frutales. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla. 17 p. Retrieved June 9, 2020, from http://www.cesavep.org/campanias/MFF/mff_int.html
- CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Valle de Puebla (2104) Estado de Puebla. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos.
- Denis R. P. B., Hermida M. A. y Huesca M.J. (2012). El altar de muertos: origen y significado en México. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana, 25(1), 7p.
- Dhouibi M. H., Mouna N. y Hawari W. (2017). Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) chemical treatments applied on ornamental palms in Tunisia: results of extensive experiments. International Journal of Agriculture Innovations and Research. 5(6). ISSN (Online) 2319-1473.
- ECURED, (2017). Tejocote. webside. Retrieved June 13, 2020, from <https://www.ecured.cu/Tejocote>
- FAO. (1999). Guía Para El Manejo Eficiente de La Nutrición de Las Plantas, 30.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.076>

FAO. (2018). Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. Retrieved November 22, 2019, from Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación website: http://www.fao.org/farmingsystems/description_es.htm

Fisher G., Melgarejo L. M. y Miranda D. (2012). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Editorial PRODUMEDIOS. Colombia.

Gil A. V. F. (2015). El cultivo de las plantaciones frutales. Ediciones Mundi-Prensa. 240p. España.

Grisvard P. (2006). La poda de los árboles frutales. Grupo Mundi-Prensa. 126p. España.

Hernández Fuentes, L. M. (2009). Record of *Urosigalphus avocadocae* gibson. *Acta Zoológica Mexicana* (n.S), 25(3), 659–661.

ITIS, Integrated Taxonomic Information System. (2020). Report page: *Conotrachelus crataegi*. Website

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=617827#null

Jacas, J., Pen, J. E., & Duncan, R. E. (2009). Morphology and Development of the Immature Stages of *Brachyufens osborni* (Hymenoptera : Trichogrammatidae), an Egg Parasitoid of Broad-Nosed Weevil Species (Coleoptera : Curculionidae). 112–118. <https://academic.oup.com/aesa/article-abstract/102/1/112/8601>

Maier, C. T. (1990). Native and Exotic Rosaceous Hosts of Apple, Plum, and Quince Curculio Larvae (Coleoptera: Curculionidae) in the Northeastern United States. *Journal Economic Entomology*. 83(4): 1326-1332. <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/83/4/1326/2215411>

Morrone, J. J. (2005). Revista mexicana de biodiversidad. In *Revista mexicana de biodiversidad* (Vol. 76). Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532005000200006

Muñiz, M. M. (2008). Asincronía hospedero-plaga y búsqueda de resistencia a *Rhagoletis pomonella* en *Crataegus* spp.; fuentes de atracción y preferencia de *Conotrachelus crataegi* para oviposición en tejocote. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.

Muñiz, R. E., Lomelí F. R. y Sánchez E. J. (2011). Parasitoides nativos de *Rhagoletis pomonella* Walsh (diptera: tephritidae) en tejocote *crataegus* spp. en el centro de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 27(2): 425-440.

- Nieminen, A. M., Nouhuys, S. Van, Nieminen, M., & Nouhuys, S. Van. (2019). The roles of trophic interactions, competition and lan in determining metacommunity structure of a seed-fee weevil and its parasitoids. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. 54(1-4), 83–95. <https://doi.org/10.5735/086.054.0109>
- Núñez Colín Carlos Alberto, Nieto Angel Raúl, Barrientos Priego A. F., Segura S., S. C. J. y G. A. F. (2008). Distribución y caracterización eco-climática del género *Crataegus* L. (Rosaceae, SUBFAM. Maloidae) en México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 177–184.
- Núñez C. C. A. y Goytia J. M. A. (2009). Distribution and agroclimatic characterization of potential cultivation region sod physic nut in Mexico. *Pesquisa. Agropecuaria Brasileira* 44(9):1078-1085
- Núñez, C. C. A., Escobedo, L. D., Hernández, M. M. Á., & Ortega, R. C. (2012a). Modelos de las zonas adecuadas de adaptación del tejocote (*Crataegus mexicana* DC.) por efecto del cambio climático. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 241. <https://doi.org/10.15517/am.v23i2.6483>
- Núñez, T. R., Regalado L. J., Casiano V. M. A. (2012b). Manual del cultivo de tejocote en Puebla. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 76 p. México.
- Palmieri, L., Farache, F. H. A., Pereira, R. A. S., & Hansson, C. (2013). New records of *Paracrias Ashmead* (Hymenoptera, Eulophidae) as parasitoids on weevil larvae (Coleoptera, Curculionidae) in Brazil, with the description of a new species. *Iheringia. Série Zoologia*, 103(3), 313–317. <https://doi.org/10.1590/s0073-47212013000300014>
- PFAF, Plants For A Future. (2019). *Crataegus* Species-The Hawthorns. Website <https://pfaf.org/user/cmspage.aspx?pageid=59>
- Ramalho, F. S., & Dias, J. M. (2003). Efeitos de hospedeiros alternativos na biologia de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), Parasitóide de *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, 32(2), 305–310. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200017>
- Reyes-Rosas, M. A., Loera-Gallardo, J., Lopez-Arroyo, J. I., & Vargas-Camplis, J. (2007). Parasitoides Hymenópteros de *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en el Norte de Tamaulipas, México. *Southwestern Entomologist*, 32(1), 53–64. <https://doi.org/10.3958/0147-1724-32.1.53>
- Rodríguez, (2012). *Bothrideres cactophagi* schwarz (coleoptera: bothrideridae), parasitoide del picudo del nopal en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 28(1): 218–221.

- Rosas, A. M. L., Huerta, D. L. P. A., Morales, J. J., Pérez, M. A., Hernández, L. R., & López, O. J. F. (2017). Biología y daños de *Conotrachelus crataegi* (Coleoptera: Curculionidae) en tejocote (*Crataegus* spp.) en México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 145. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6634>
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2008). Evaluación Alianza para el Campo 2007. Informe de Evaluación Estatal. Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. Puebla.
- Sánchez, C. J., Abanto, R. C., & Casas, R. R. (2015). Evaluación del manejo integrado de plagas de *Myrciaria dubia* en suelos no inundables de la cuenca del Ucayali, Perú. *Folia Amazónica*, 24(1), 39. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i1.55>
- SENASICA. (2017). Programa de trabajo del manejo fitosanitario de frutales, del incentivo de prevención de plagas fitosanitarias reglamentadas del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2017, en el estado de Puebla. Retrieved November 22, 2019, from Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria website: http://www.cesavep.org/descargas/ptas/PTA_2017 MF Frutales 1ra ver f.firmas.pdf
- SIAP. (2019). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Retrieved June 6, 2020, from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera website: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Van Driesche, R. G., & Bellows, T. S. (1996). Parasitoids and Predators of Arthropods and Molluscs. *Biological Control*, 37–65. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1157-7_3
- Velázquez, J., Joly, L. J., García, J. L., Romero, Y., González, M., & Medina, M. (2006). Enemigos naturales del “Picudo del Agave” *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en el Estado Falcón, Venezuela. *Entomotropica*, 21(3), 185–193.
- Veromann, E., Williams, I. H., Kaasik, R., & Luik, A. (2011). Potential of parasitoids to control populations of the weevil *ceutorhynchus obstrictus* (marsham) on winter oilseed rape. *International Journal of Pest Management*, 57(1), 85–92. <https://doi.org/10.1080/09670874.2010.539714>
- Zagoya, M. J. (2015). Sistema tradicional utilizado en la producción de maíz en la Sierra Nevada de Puebla, México. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1–6.

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo metodologías para dos estudios: la primera para describir los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) y estudiar los daños ocasionados por barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla y la segunda para estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en tejocote (*Crataegus* spp.) en huertos con diferente manejo agronómico en los municipios de Huejotzingo y Calpan Puebla, México.

1.1. Estimación de daños del barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) en la producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en Huejotzingo y Calpan, Puebla

1.1.1. Zona de estudio

Se trabajó se desarrolló en cinco localidades: Huejotzingo, Santa María Nepopualco y Santa María Atezcac en el municipio de Huejotzingo y San Andrés Calpan y San Lucas Atzala pertenecientes al municipio de Calpan, Puebla.

1.1.2. Variables estudiadas

Características de los productores, características de la huerta, prácticas de manejo que los productores realizan, el conocimiento que tienen acerca del barrenador, así como cosecha y destino de la misma.

1.1.3. Tamaño de la muestra y diseño de la encuesta

Para conocer los sistemas de producción en los dos principales municipios productores de tejocote se aplicaron encuestas. Se determinó el tamaño de muestra (n) mediante la fórmula de varianza máxima ($p_n = 0.5$ y $q_n = 0.5$), con un nivel de confianza del 98% ($Z_{\alpha/2} = 1.98$) y con precisión del 10% ($d = 0.1$).

De acuerdo con SENASICA, (2017) en el municipio de Huejotzingo se reportaron 53 unidades de producción y productores y en Calpan 87, resultando 87 productores a entrevistar de un universo de 140.

La encuesta fue diseñada considerando a Soriano, (2000), adaptada en algunos puntos para los objetivos de la investigación, se consideraron 5 secciones:

- a) Características del productor (a)
- b) Características de la huerta
- c) Manejo de la huerta
- d) Sobre el barrenador
- e) Cosecha
- f) Destino de la producción.

1.1.3.1. Análisis de la información

Se realizó la sistematización de los datos capturándolos en Excel, para después realizar el análisis descriptivo en el programa IBM SPSS STATISTICS Versión 22 y conocer los sistemas de producción de tejocote.

1.1.4. Fase de campo

Se aplicaron de manera aleatoria las encuestas a 34 productores de Huejotzingo y 53 de Calpan, Puebla para conocer los sistemas de producción en los huertos: monocultivo, mixto intercalado (Mendoza *et al.*, 2010).

1.2. Incidencia de *Conotrachelus crataegi* Walsh en huertos de tejocote (*Crataegus* spp.) con manejo tradicional en Puebla, México

1.2.1. Huertos estudiados

En cuatro huertos de tejocote, ubicados en las localidades de Huejotzingo, Huejotzingo y San Andrés Calpan, Calpan, Puebla los daños por *C. crataegi* se corroboraron y cuantificaron, para distinguir los huertos se codificaron como Huejo1, Huejo2, Huejo3 y Calpan1 (Figura 1.1).



Figura 1.1. Localización geográfica de los huertos estudiados (Imagen de Google Earth, 2020).

1.2.2. Variables estudiadas

Las variables evaluadas fueron: número total de larvas del barrenador en fruto/huerto, porcentaje de infestación de larvas en fruto/huerto, número total de larvas en suelo del barrenador/huerto y número de pupas/huerto.

1.2.3. Fase de campo

Se realizaron recorridos previos al desarrollo del estudio con el propósito de observar a primera vista las diferencias en manejo de las huertas y presencia del *C. crataegi* y así seleccionar los sitios de muestreo en Huejotzingo y San Andrés Calpan, localidades de los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla respectivamente.

Se llevaron a cabo muestreos en cuatro huertos para registrar la incidencia del barrenador: larvas en fruto, en suelo y pupas.

Se recabaron datos de características y actividades de manejo llevadas a cabo en los huertos de estudio, se tomaron datos climatológicos precipitación, temperatura y humedad relativa.

1.2.4. Fase de laboratorio

Se realizó la exploración de larvas en fruto en el laboratorio de entomología del Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

1.2.5. Fase de gabinete

Todos los datos recabados se capturaron en Excel, en la parte de incidencia de larva en fruto se realizó análisis de varianza con $\alpha = 0.05$ y prueba de comparación de medias de Tukey con el programa SAS versión 2002 y con los datos climatológicos se realizó un análisis de correlación con la incidencia de *C. Crataegi* en estado de larva en fruto con el programa SAS versión 2002.

Literatura citada

- Mendoza R. R., Parra I. F y Ríos C. I. (2010). La actividad frutícola en tres municipios de la Sierra Nevada en Puebla: características, organizaciones y estrategia de valorización para su desarrollo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. México. 7(3), 229-245 pp.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-54722010000300003&lng=es&nrm=iso
- SENASICA, (2017). Programa de trabajo del manejo fitosanitario de frutales, del incentivo de prevención de plagas fitosanitarias reglamentadas del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2017, en el estado de Puebla. SAGARPA, SENASICA y CESAVEP. Documento PDF 15p.
http://www.cesavep.org/descargas/ptas/PTA_2017%20MF%20Frutales%201ra%20ver%20Of.firmas.
- Soriano M. J. (2000). Modelo de encuesta agrícola. Universitat Jaume. Facultad de ciencias sociales y humanidades. España. Documento Word. 5p.
WWW.AGH.UJI.ES/ENCUESTA.DOC.

**CAPITULO II. ESTIMACIÓN DE DAÑOS DEL BARRENADOR DE LA SEMILLA
(*Conotrachelus crataegi* Walsh) EN LA PRODUCCIÓN DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.)
EN HUEJOTZINGO Y CALPAN, PUEBLA**

Resumen

Puebla ocupó el primer lugar a nivel nacional en la producción de tejocote (*Crataegus* spp.) en 2019 con de 5,521.82 toneladas del fruto, ocupando el 96.7% de la producción nacional total, la Sierra Nevada la región donde se produce este fruto, destacan los municipios de Calpan, Huejotzingo y Chiautzingo. En esta zona una de las principales plagas que lo afecta es *Conotrachelus crataegi* Walsh: el barrenador de la semilla, es una plaga de importancia en el estado de Puebla y está considerada dentro del Programa de manejo fitosanitario de frutales, debido a las pérdidas en la producción que ocasiona. El objetivo de esta investigación fue describir los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) y estimar los daños ocasionados por el barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en la producción de tejocote en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla. Se aplicaron 87 encuestas productores de los municipios de Calpan y Huejotzingo, el cálculo del tamaño de muestra se realizó mediante la fórmula para el muestreo simple aleatorio; el número de productores de tejocote encuestados se distribuyó proporcionalmente en los municipios, seleccionando las localidades bajo el mismo principio de proporcionalidad en relación a la producción, el estudio se realizó de marzo a julio de 2019. Los datos obtenidos se capturaron en Excel para después realizar el análisis descriptivo en el programa IBM SPSS STATISTICS Versión 22.

La superficie promedio de los huertos es de 1.7 ha, con 190 árboles de tejocote en promedio/huerta, con árboles de 25 años de edad en promedio, el 98.9% de los productores ocupan el portainjerto nativo, este mismo porcentaje tiene sus huertas en régimen de temporal, se practica el sistema de cultivos asociados, tanto perennes como anuales. Las labores culturales más practicadas son: el deshierbe y la poda. El 89.7% de los productores conoce al barrenador su hueso del tejocote, la afectación a la producción es de aproximadamente 3.6 t del fruto ha⁻¹, debido a esto el 80.2% de los productores controla al barrenador, la mayoría lo hace en junio. La cantidad general media de cosecha es de 8.9 t ha⁻¹. El precio de venta del tejocote en 2018 osciló de \$30.00 a 270.00 por caja de 20 kg.

La mayoría de los productores conoce al barrenador del hueso, también saben del lugar donde se localiza en los árboles, muchos lo han visto en su huerta, casi todos identifican el daño ocasionado, la afectación a la producción es casi la mitad de la producción afectada por *C. crataegi*, lo cual indica la severidad del daño en el cultivo de tejocote en los municipios más productivos del país, a pesar de realizar control químico con insecticidas con cipermetrina, permetrina, lambda cihalotrina y clorpirifos etil + permetrina principalmente, durante los meses de junio a agosto. Sin embargo, la mitad de los productores opinan que el tejocote es un producto rentable debido a que se tiene buen precio y altos rendimientos.

Palabras clave: frutal, producción, labores culturales, plaga, cosecha.

Introducción

El tejocote (*Crataegus* spp.) es un frutal que se distribuye en el centro de nuestro país en estados como Puebla, Estado de México, Morelos, Michoacán, Tlaxcala e Hidalgo (Núñez, Escobedo, Hernández, & Ortega, 2012). El estado de Puebla ocupó el primer lugar a nivel nacional en la producción de tejocote en 2019 con de 5,521.82 toneladas del fruto, ocupando el 96.7% de la producción nacional total, la Sierra Nevada la región donde se produce este fruto, destacan los municipios de Calpan, Huejotzingo, Chiautzingo, Soltepec y San Salvador El Verde (SIAP, 2019). En la zona productora de tejocote de México una de las principales plagas que lo afecta es *Conotrachelus crataegi* Walsh: el barrenador de la semilla, es una plaga de importancia en el estado de Puebla y está considerada dentro del Programa de manejo fitosanitario de frutales (CESAVEP, 2019), debido a las pérdidas en la producción que ocasiona a los municipios altamente productivos: Calpan y Huejotzingo, debido a esto el objetivo de esta investigación fue describir los sistemas tradicionales de producción de tejocote (*Crataegus* spp.) y estimar los daños ocasionados por el barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en la producción de tejocote en los municipios de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Materiales y métodos

1. Zona de estudio

El municipio de Calpan Puebla tiene una superficie de 66.88 km², se ubica en las coordenadas geográficas 19° 06' 36" y 19° 41' 12" N y 98° 23' 54" y 98° 32' 24" O, tiene una altitud promedio de 2540 msnm. Posee clima C(w2): templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad

(INAFED, 2010), con temperatura en un rango de 8 a 16°C y precipitación de 900 a 1100 mm (INEGI, 2009a). La superficie cosechada en el municipio en 2019 fue de 3528.85 ha, correspondieron principalmente a los cultivos: maíz grano, frijol, tejocote, haba verde, chícharo, espinaca, pera, avena forrajera en verde, durazno, cilantro, cebada forrajera en verde, alfalfa, cebolla, chile verde, coliflor, col, calabacita, manzana y nuez (SIAP, 2019).

El municipio de Huejotzingo tiene una superficie de 250.41 km². Sus coordenadas geográficas son: 19° 13' 32" y 19° 06'36" N y 98° 20'18" y 98° 39'00" O. Tiene una altitud promedio de 2100 msnm. El clima en el municipio de Huejotzingo es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) (INAFED, 2010), con temperatura máxima de 24.6°C, mínima de 7.4°C y media de 16°C y precipitación media de 835mm (INEGI, 2009a). La superficie cosechada en 2019 en el municipio fue de 6957.63 hectáreas, destacaron por ser los cultivos con mayor superficie sembrada maíz de grano y forrajero en verde, ebo, alfalfa, frijol, pera, durazno, tejocote, haba verde, zempoalxóchitl, avena forrajera en verde, ciruela, cilantro, espinaca, huauzontle, coliflor, frambuesa, haba grano, cebolla y brócoli (SIAP, 2019).

2. Variables evaluadas

Características de los productores, características de la huerta, prácticas de manejo que los productores realizan, el conocimiento que tienen acerca del barrenador, así como cosecha y destino de la misma.

3. Tamaño de la muestra y diseño de la encuesta

La investigación es un estudio descriptivo transversal, para llevarla a cabo se aplicaron encuestas a una muestra de 87 productores de los municipios de Calpan y Huejotzingo, de un total de 140 productores de tejocote de estos municipios (SENASICA, 2017). El cálculo de la muestra se realizó mediante la fórmula para el muestreo simple aleatorio, con varianza máxima ($p_n= 0.5$ y $q_n=0.5$), una confianza del 98% ($Z_{\alpha/2}=1.98$) y con precisión del 10% ($d= 0.1$). El número de productores de tejocote encuestados se distribuyó proporcionalmente en los municipios, seleccionando las localidades bajo el mismo principio de proporcionalidad en relación a la producción. Los productores encuestados se seleccionaron de manera aleatoria y esto se realizó de marzo a julio de 2019.

La encuesta fue diseñada considerando a Soriano, (2000), adaptada en algunos puntos para los objetivos de la investigación, se consideraron 5 secciones:

- a) Características del productor (a)
- b) Características de la huerta
- c) Manejo de la huerta
- d) Sobre el barrenador
- e) Cosecha
- f) Destino de la producción.

3.1. Análisis de la información

Se realizó la sistematización de los datos capturándolos en Excel, para después realizar el análisis descriptivo en el programa IBM SPSS STATISTICS Versión 22 y conocer los sistemas de producción de tejocote.

3.4. Fase de campo

Se aplicaron de manera aleatoria las encuestas a 34 productores de Huejotzingo y 53 de Calpan, Puebla para conocer los sistemas de producción en los huertos: monocultivo, mixto intercalado (Mendoza *et al.*, 2010).

Resultados y discusión

De los 87 productores encuestados, 57 pertenecieron a las localidades de San Andrés Calpan y San Lucas Atzala del municipio de Calpan y 30 a Santa María Atezcac, Santa María Nepopualco y Huejotzingo del municipio con el mismo nombre.

1. Características del productor (a)

1.1. Demográficas

La edad de los productores osciló de 23 a 92 años, 57 años en promedio, el 81.6% de los productores fueron de sexo masculino, 3.9 % menos que lo registrado a nivel nacional por el (INEGI, 2018) , la unidad familiar se encontró integrada por uno a once integrantes, 5.23 en promedio, un poco menos que lo reportado por López *et al.*,(2019), ya que el mayor porcentaje fue de 49% con 5 a 7 integrantes en las familias de productores de maíz del municipio de Calpan. El 12.6% de los productores no tienen escolaridad contraria al 2.3% que terminaron su licenciatura, la mayoría de los productores (56.3%) cursaron y/o culminaron su educación primaria, lo cual es

un poco mayor con lo reportado por López *et al.*, (2019): 42% para el caso de los productores de maíz del municipio de Calpan.

1.2. Socioeconómicas

Todos los productores realizan las prácticas de su huerto de forma de forma individual, el 88.5% no pertenece a alguna asociación, del restante el 50% de ellos pertenecen a una asociación informal: Grupo Tiyotzeu y un grupo en formación, el otro 50% pertenecen a grupos formales con figura jurídica: Grupo Las Huertas, Sociedad Técnico Frutícola de Calpan, Xopalica e Ixta-Popo en promedio desde hace 4.3 años, de estas asociaciones el 60% tiene cobertura municipal, el 30% local y el 10% regional. Ningún productor cuenta con apoyo gubernamental para el proceso productivo del tejocote.

2. Tenencia de la tierra

El 60.9% de los productores poseen sus tierras en propiedad privada, el 36.8% en ejidal, el 1.1% en comunal y el 1.1% rentan huertos para producir.

3. Características de la huerta de tejocote

Las características de las huertas de tejocote se aprecian en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Características promedio de las huertas de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Parámetro	Dato
Superficie total (Hectáreas)	1.7
Hileras en la superficie	8.8
Árboles en la superficie	190
Edad de los árboles	25
Distancia entre hileras	11.5
Distancia entre árboles	6.5
Variedad porta injerto	Nativo
Variedad injerto	Chapeado, Amarillo, Calpan Amarillo Gold, Rojo y Anaranjado
Régimen de humedad %	
a. Temporal	98.9
b. Riego	
c. Riego extraordinario por extrema sequía	1.1

La superficie de los huertos de tejocote oscila de 352 m² como mínimo y 6 ha. máximo, en promedio 1.7 has, 0.57 has más que lo reportado por (Rosas *et al.*, 2017). Las huertas tienen de 1 a 40 hileras, con media de 8.8 hileras, con 10 a 1000 árboles de tejocote en la huerta más extensa en promedio 190 árboles, pero el mayor porcentaje (9.2%) se ubicó en 30 árboles/huerta, el 58.6% de los productores cuenta con 1 huerta el 2.3% con 5. La edad de los árboles de los huertos va de 3 a 100 años, con una media de 25 años coincidiendo con lo reportado por (Rosas *et al.*, 2017).

En el arreglo espacial de los árboles de las huertas de tejocote va desde una distancia entre hileras de 3 a 17 metros, la mayoría: 24.6% dejan 10 m. Entre árboles la distancia oscila de 1.5 m a 10 m y la mayoría plantan a distancia de 6 m. el 21.3% de los productores.

El 98.9% de los productores ocupan el portainjerto criollo, el resto desconoce esta información, 85.1% de los productores tienen sólo una variedad de injerto, las ocupadas son Chapeado, Amarillo y Calpan Amarillo Gold, ocupando el 46%, 29.9% y 20.7% de los productores respectivamente, el 18% de los productores desconoce la variedad de injerto de los tejocotes de su huerto. El 14.9% de los productores tiene más de dos a tres variedades de injerto de sus árboles, las ocupadas aparte de las descritas son Rojo y Anaranjado, siendo la predilecta la Chapeada.

3.1. Régimen de humedad

Casi todos los productores, el 98.9% tiene su huerta bajo el régimen de humedad de temporal, un productor da riego extraordinario por extrema sequía.

3.2. Cultivos asociados

El sistema de cultivos asociados (perennes y/o anuales) lo practica el 94.3% de los productores, esta diversidad de cultivos dentro de las parcelas también fue reportada por (Mendoza y Parra, 2018) y de estos el 87.8% tiene cultivos perennes, se hallaron 15 cultivos perennes asociados a tejocote, en la Figura 2.1. pueden apreciarse; así como el porcentaje de productores de la muestra a la que se le aplicó el cuestionario.

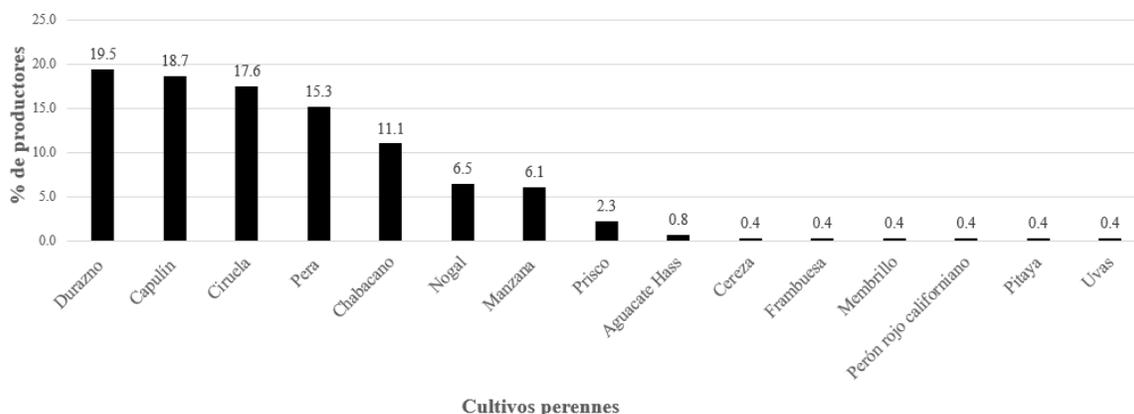


Figura 2.1. Cultivos perennes asociados a tejocote (*Crataegus* spp.) en Huejotzingo y Calpan Puebla y porcentaje de productores que los tiene de una muestra de 87.

A continuación, se detalla información sobre los cultivos perennes asociados a tejocote, las variedades se enlistan por orden de abundancia en los huertos de los productores.

De los 58.6% productores que cultivan durazno; 6 tienen hasta tres variedades, las cultivadas son: Diamante, Criollo, Amarillo 33, Oro de Tlaxcala y Arkansas. Haciendo a este cultivo el primero en cantidad en ser asociado con tejocote.

El segundo cultivo con fuerte presencia en estar asociado a tejocote es el capulín, el 56.3% de los productores lo cultivan de estos sólo el 8.2 % tiene presentes sus dos variedades: el criollo y el injertado.

Los árboles de ciruela con 52.9% son los terceros en importancia por presencia en los huertos de los productores, de estos el 32.6% cultiva de dos a cuatro variedades, siendo el frutal con más variedades existente en los municipios de Calpan y Huejotzingo, Puebla, enlistadas a continuación: Perfumada, la de Mayo, de Agosto, Moscatel, Rabo o de Julio, Amarilla, Gota de Oro y Criolla.

El cultivo de pera es aprovechado por 46% de los productores, de estos 13 cultivan de dos a tres variedades de como Paraíso, Lechera, Piña (Kiffer) y Española y un productor cultiva Perón Rojo Californiano.

El 33.3% de los productores cultivan una variedad de chabacano asociado a tejocote: Criollo, de injerto (se desconoce) y Chino.

El nogal es asociado a tejocote por 19.5% de los productores y la manzana por 18.4%, de los cuales sólo un productor cultiva dos variedades de manzana, las localizadas fueron: Panochera, Golden, Agua Nueva y California. Todos estos perennes también fueron reportados en las investigaciones (López, Álvarez, *et al.*, 2018; Mendoza, Parra, & Ríos, 2010; Osorio, López, Ramírez, Gil, & Gutiérrez, 2015; Rosas *et al.*, 2017).

El Prisco se cultiva en 6.9% de los huertos de los productores encuestados, el aguacate Hass en 2.3% y sólo el 1.1% asociada al tejocote con cada uno de estos frutales: cereza, frambuesa, membrillo, pitaya y uvas.

La mayoría de los productores; el 88.5% siembra cultivos anuales asociados al tejocote, se contabilizaron 10 diferentes, la Figura 2.2. detalla la información.

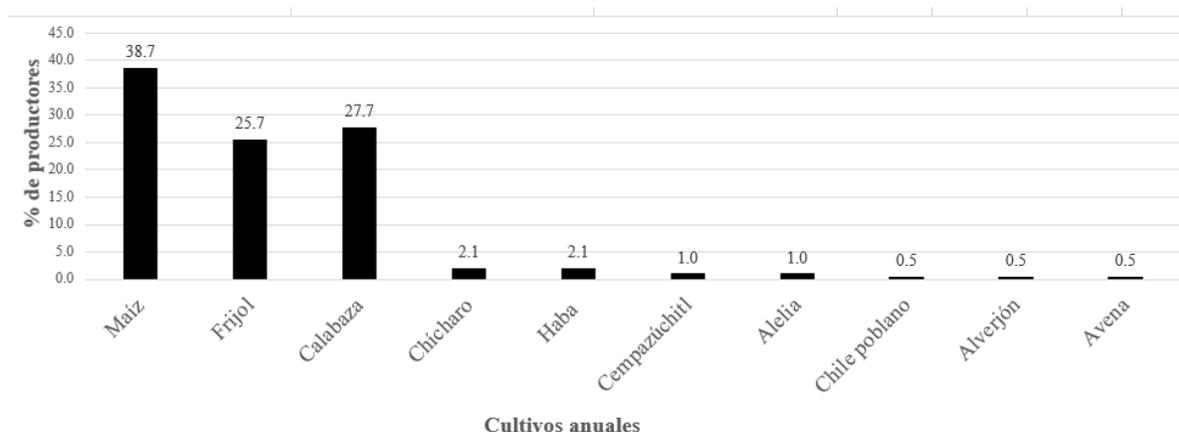


Figura 2.2. Cultivos anuales asociados a tejocote (*Crataegus* spp.) en Huejotzingo y Calpan Puebla y porcentaje de productores que los posee de una muestra de 87.

Como en todo el país en Huejotzingo y Calpan Puebla se produce maíz, para el caso de la investigación el 85.1% de los productores de tejocote lo asocian con maíz, dejándolo como el principal cultivo anual, el 21.6% de estos productores siembra de dos a cinco variedades de maíz, como el criollo amarillo, criollo blanco, criollo azul, criollo rojo, pozolero e híbridos como el CP-HS-2, H-50 Farmer y uno de Asgrow. El 95.9% de los productores no compran sus semillas, realizan selección de criolla, lo reportado también por (López, Álvarez, *et al.*, 2018; López, Damian, Álvarez, & Méndez, 2018; Osorio *et al.*, 2015) el costo para los que sí oscila de \$1,120.00 a \$1,600.00/ha cultivada.

El 60.9% de los productores siembra calabaza de castilla criolla asociada al tejocote, ninguno de los productores compra semilla de calabaza, realizan selección de criolla.

El frijol es el tercer cultivo en importancia ya que el 56.3% de los productores lo siembra y 20.8% de estos cultiva de 2 a 3 variedades, las señaladas por ellos son: criollo determinado no especificado, criollo indeterminado no especificado, criollo indeterminado huachil (es una variedad de la región mezcla de 8 variedades: flor de mayo, mantequilla, negro, amarillo, rojo, entre otras), criollo indeterminado mantequilla, criollo indeterminado negro, ayocote, criollo determinado mantequilla, determinado negro y frijol criollo indeterminado amarillo. Ninguno de los productores compra semilla de frijol, realizan selección de criolla.

Otros cultivos asociados son: chícharo y haba criolla representada por 4.6% productores, cempazúchitl y alelía 2.3%, (estos no realizan gastos por compra de semilla) y chile poblano criollo, alverjón y avena 1.1%. El costo de la charola de chile poblano criollo es de \$15.00, con esta el productor cubre su superficie. El costo de la semilla de avena es de \$370.00 el saco de 20 kg, con el cual se cubre 1 ha.

3.3. Razones por las que hay varios cultivos en la huerta

Explorando las razones por las que los productores que tienen aparte de tejocote otro cultivo en su huerta el 21.8% revela que lo hace para diversificar la economía, el 14.9% dice que lo hace para aprovechar el espacio con varios cultivos, el 13.8% lo hace para autoconsumo y evitar comprar, el 11.5% quiere tener ingresos todo el año por las diferentes fechas de las cosechas, el 5.7% tiene la finalidad de tener un mejor ingreso, 2.3% da las razones: “al comprar la huerta ya estaban los perennes”, para contrarrestar plagas al tener diversidad en cultivos, se tiene gusto por los árboles y plantas y porque es herencia y el 1.1% dice que los fertilizantes que se usan en los cultivos anuales son costosos.

3.4. Jornales ocupados en cultivos asociados

Son requeridos de uno a veinte jornales para la siembra de anuales y una media de 6.7, el precio del jornal para esta actividad va desde la mano de obra familiar hasta los \$500.00, el 40%, de estos productores (la mayoría) pagan \$200.00, aunque la mano de obra familiar es la más ocupada.

4. Manejo de la huerta

4.1. Fertilización

En esta sección se describen las actividades generales del manejo de la huerta de tejocote, en el caso de la fertilización el 85.1% de los productores fertiliza su huerta, la mayoría con una mezcla de fertilizante químico y orgánico, esta forma de fertilizar también la encontró (Zagoya, 2015). De 73% de los productores que fertilizan tanto al cultivo anual como al perenne, después de la fertilización mezclada la química es la más usada por un 39.2% de los productores.

El 89.2% de los productores que fertiliza lo hace con fuentes químicas y aplican de 150 a 950 kg ha⁻¹, la mayoría lo hace con una dosis de 300 kg ha⁻¹, mientras que el 60.8% aplica fertilizante orgánico en dosis de 0.5 a 9.6 t ha⁻¹, la mayoría aplica dosis de 1.5 t ha⁻¹. Un bajo porcentaje de los productores aplican fertilizantes foliares, el 27% de quienes fertilizan, aplicando de 2 a 12 L/ha, en promedio 4.85L/ha. El costo de la fertilización por hectárea va de \$1,050.00 a \$10,940.00, en promedio los productores invierten \$4,838.00/ha en esta actividad para compra de productos más lo jornales ocupados: de 4 a 20, dando un total de costo de fertilización por hectárea de \$7,068.38 en promedio.

En el Cuadro 2.2. se muestran los fertilizantes ocupados en las huertas de tejocote para los cultivos perennes.

Cuadro 2.2. Fertilizante aplicado a tejocote y a cultivos perennes asociados en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Fertilizante	% de productores
Urea	2.7
DAP	1.4
Urea + DAP	2.7
Urea + Sulfato de amonio	1.4
Urea + Foliar	1.4
DAP + foliar	1.4
Urea + DAP + Foliar	1.4
Foliar: Agro-K	1.4
Foliar: maxigrow	1.4
Nitrofoska + foliar: aminoquel + sweet + agromil	1.4
Urea + DAP + Estiercol porcino	2.7
Estiércol vacuno+Nitrofoska	1.4
Nitrofoska ó urea + estiercol vacuno	1.4
Triple 16 + estiércol vacuno + composta + lombricomposta + foliar: Ca	1.4

Estiércol vacuno	4.1
Estiércol de caballo	9.5
Estiércol ovino	2.7
Estiércol de mula	5.4
Estiércol de caballo y de mula	4.1
Composta + Estiércol vacuno	1.4
Estiércol de ave + estiércol caprino	1.4
Estiércol ovino + estiércol de ave	2.7
Estiércol vacuno + estiércol ovino + estiércol de caballo	1.4
Estiércol de borrego + estiércol vacuno	1.4
Estiércol de mula + estiércol de borrego	1.4
Estiércol porcino + estiércol de ave + estiércol de conejo	1.4
Estiércol ovino + foliar	1.4
Estiércol vacuno + foliar: biol	1.4
Foliar: biol + Ca y S	1.4
Estiércol vacuno + Foliar: K	1.4
Estiércol vacuno + foliar: humite ácidos húmicos	1.4
Estiércol vacuno + estiércol ovino + foliar: biol + micros	1.4
Estiércol ovino + estiércol vacuno + foliar: agromas + maxigrow	1.4
Estiércol ovino + estiércol de ave + estiércol de mula+ foliar	1.4
Estiércol de ave + estiércol vacuno + estiércol de porcino + foliar: maxigrow	1.4
Estiércol vacuno + Foliar: kationic + maxigrw + ácidos húmicos	1.4
DAP + Estiércol de ave + estiércol de conejo + estiércol de porcino + estiércol de mula + foliar: biol y K	2.7
Total	100.0

Puede resumirse que el fertilizante ocupado para los perennes es muy diverso, con un total de 37 fuentes y mezclas para aplicar, la más utilizada por los productores es el estiércol de caballo, el de mula, el vacuno y una mezcla de estiércol de caballo y mula por conseguirlos sin necesidad de comprarlos ya que cuentan con los animales y aprovechan la bosta, fertilizan desde una vez cada dos años hasta doce veces por año, en el caso de la fertilización foliar, la mayoría de los productores que realizan esta práctica de manejo; el 43.2% fertiliza sólo una vez al año sus cultivos perennes, el 11.5% lo hace 2 veces por año y 6.9% lo realiza 3 veces.

Los cultivos anuales en huertas de tejocote se fertilizan con las fuentes del Cuadro 2.3, en total se ocupan 12 fuentes y mezclas para realizar esta actividad.

Cuadro 2.3. Fertilizante aplicado a cultivos anuales en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Fertilizante	% de productores
Urea	31.1
Urea + DAP	48.6
Urea + Sulfato de amonio	1.4
Urea + Triple 17	1.4
Urea + DAP + Sulfato de amonio	1.4
Urea + foliar: verdeabón	1.4
Urea+Foliar microelementos	1.4
Mezcla especial: rosafert+ Triple 17+Fosfato diamónico	1.4
Estiércol de caballo	4.1
Estiércol vacuno	4.1
Estiércol ovino	1.4
Estiércol de mula+estiércol de borrego	1.4
Estiércol de ave + estiércol vacuno + estiércol de porcino	1.4
Total	100

El fertilizante más usado por los productores fue la mezcla de urea y fosfato diamónico, seguida de urea sola y estiércoles de caballo y vacuno. Estos cultivos se fertilizan de una a cuatro veces por año, siendo una vez por año la más practicada en 78.4% de los productores.

4.2. Control de plagas y enfermedades

De los 87 productores encuestados 78.2% realizan control de plagas y enfermedades, esto representa al 79.3% de los productores, de estos el 97.1% realiza el control tanto para los cultivos anuales como para los perennes. 60 productores lo hacen con fuentes químicas, 6 con mezcla de químico y orgánico, 1 sólo realiza el control fitosanitario de su huerta con orgánicos aplicando extracto de neem, de ajo y de crisantemo, así como caldo sulfocálcico. Los productores que realizan control químico utilizan de 0.5 a 10.6 L, en promedio 3.5 L de pesticidas ocupados por hectárea al año más 1.5 a 5 kg de productos sólidos para control fitosanitario en promedio 2.8 kg por hectárea por año. Los productores que realizan control orgánico aplican de 0.6 a 50 L, en promedio 25.8 L por hectárea al año de productos para control, más una media de 12 kg ha⁻¹ al año de productos orgánicos sólidos. El costo de los productos aplicados para control de plagas y enfermedades varía de \$225.00 a \$5,030.00 por hectárea por año, con \$1,490.25 como promedio, los jornales ocupados en promedio son 4.7, el costo total de esta actividad en promedio es de \$2,419.00 por hectárea por año, aunque hay productores que gastan de \$825.00 a \$6,430.00 por hectárea.

En el control de plagas y enfermedades del tejocote y otros perennes asociados se utiliza una extensa variedad de opciones para control de 34 ingredientes activos y/o mezclas, las más utilizados son: cipermetrina, permetrina, lambda cihalotrina y clorpirifos etil + permetrina (Cuadro 2.4.), ya que los usan el 14.7% y 8.8% para los tres restantes respectivamente, 10.3% de los productores no recuerdan, desconocen los productos aplicados o no quisieron decir lo que utilizaron, se dan de una a siete aplicaciones/año, en promedio 3.1. Los productos químicos son más utilizados en estas labores, las aplicaciones orgánicas son menos utilizadas y son complementadas con ingredientes químicos, de las más utilizadas son el caldo bordelés y la cal.

Cuadro 2.4. Control fitosanitario para tejocote y cultivos perenes asociados en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Ingrediente activo	% de productores
No recuerda/desconoce/no quiso decir	10.3
Cipermetrina	14.7
Diazinón	1.5
Malathión	2.9
Permetrina	8.8
Lambda cihalotrina	8.8
Paratión metílico	2.9
Proteína hidrolizada	1.5
Cal	1.5
Bifentrina y Monocrotofos	1.5
Cipermetrina y Permetrina	1.5
Cipermetrina y furadán	1.5
Clorpirifos etil + permetrina	8.8
Malathion y Cipermetrina	2.9
Lambda cihalotrina y malathion	1.5
Cipermetrina y Captán	1.5
Permetrina y Captán	1.5
Caldo bordelés y Cipermetrina	1.5
Lambda cihalotrina y cipermetrina	1.5
Imidacloprid y Lambda cihalotrina	1.5
Cipermetrina y Clorpirifos etil + permetrina	2.9
Sulfato de Cobre, Oxitetraciclina y diazinón	1.5
Malathión y Clorpirifos etil + permetrina	1.5
Clorpirifos etil + permetrina y Propargita	1.5
Cipermetrina, caldo sulfocálcico y sulfato de cobre	1.5
Cipermetrina, Clorpirifos etil + permetrina y sulfato de cobre	1.5
Lambda cihalotrina, Permetrina, malathion y Clorpirifos etil + permetrina	1.5
Caldo bordelés, bifentrina, mancozeb, malathion y diazinón	1.5

Caldo bordelés, Captán, sulfato cuprocálcico y proteína hidrolizada	1.5
Caldo bordelés, jabón, extractos de ajo y de neem, sulfato de cobre y sales cuaternarias	1.5
Captán, bifentrina + zeta cipermetrina, extracto de neem, de ajo y de crisantemo	1.5
Lambda cihalotrina, Permetrina, Clorpirifos etil + permetrina y dimetoato	1.5
Sulfato cuprocálcico, cipermetrina y sulfato de cobre + cal + sal + detergente	1.5
Captán, Tiofanato metílico, Sulfato de cobre, Cipermetrina, Oxitetraclina, Spinosad y proteína hidrolizada	1.5
Total	100

Al cultivo anual asociado en huertos de tejocote se aplican 10 diferentes ingredientes activos y/mezclas, los más ocupados por los productores en el control de plagas y enfermedades son: cipermetrina (al igual que en el cultivo perenne), diazinón, lambda cihalotrina y malatión, ocupado por 41.2%, 13.2%, 13.2% y 8.8% de los productores respectivamente, aplicado de 1 a 5 veces por año, con media de 1.4 veces por año. El control químico es más practicado al igual que en el control de perennes, el control orgánico solo es realizado con extractos de ajo y de neem por un productor y 7 productores no recuerdan, desconocen los productos aplicados o no quisieron decir lo que utilizaron (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Control fitosanitario en cultivos anuales asociados a tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla.

Ingrediente activo	% de productores
No recuerda/no quiso decir	10.3
Cipermetrina	41.2
Diazinón	13.2
Malathion	8.8
Paratión metílico	1.5
Lambda cihalotrina	13.2
Malathion y diazinón	1.5
Clorpirifos etil + permetrina	5.9
Bifentrina + zeta cipermetrina	1.5
Cipermetrina y Clorpirifos etil + permetrina	1.5
Extractos de ajo y de neem	1.5
Total	100

Otro tipo de control de plagas y enfermedades además del químico y el orgánico es el control cultural, aunque sólo es practicado por 2 productores; uno realiza el arado del suelo a principios de

año para reducir la población de plagas con pupas en el suelo como la mosca de la fruta y el barrenador del hueso, otro productor después de hacer esta labor agrega cal al suelo en las hileras de árboles entre ellos para hacer más efectivo el control.

4.3. Poda

En los huertos de tejocote de Huejotzingo y Calpan Puebla se realiza la práctica de manejo de poda por el 86.2% de los productores, de ellos el 56% realizan poda de rejuvenecimiento, 42.7% poda de formación y 1.3% poda de saneamiento, con frecuencia de 1.1 veces/año, ocupando de 2.3 a 10 jornales/ha, en promedio 5.8 jornales/ha e invirtiendo de \$575.00 a \$2,500.00/ha, en promedio \$1,454.00/ha para llevar a cabo esta actividad.

4.4. Deshierbes

La práctica de deshierbes la realiza el 90.8% de los productores, de estos el 75.9% los realiza de forma manual con ayuda de machete, hoz, aros, etc., lo cual es también documentado por (Zagoya, 2015) en la región de la Sierra Nevada en general. El 12.7% de los productores lo realiza con ayuda de herbicidas químicos (Cuadro 2.6.), el 6.3% lo realiza de forma mecánica: usa desbrozadora y/o cultivadora, el 2.5% lo hace combina ambos tipos y el mismo porcentaje lo realiza combinando el control manual y mecánico.

Cuadro 2.6. Control de malezas químico en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Ingrediente activo de herbicidas	% de productores
No recuerda/desconoce	8.3
2-4D	41.7
Atrazina	25.0
Glifosato	8.3
Paraquat	8.3
2,4-D, Sal amina 38% + Picloram y Atrazina	8.3
Total	100

En el control de malezas por medio de herbicidas se ocupan 5 ingredientes activos y mezclas diferentes, el más ocupado es el 2-4D para control de hierba de hoja ancha en la huerta, se ocupa un promedio de 1.7 L ha⁻¹ de herbicida. La frecuencia de los deshierbes va de 1 a 5 veces/año, en promedio 2.3 y en promedio los jornales ocupados son 15.3/ha, el costo de esta práctica de manejo es de \$3,088.50 en promedio.

4.5. Otras actividades de manejo

En esta sección se contemplan prácticas como cajeteo, pintado de troncos, replantación y otras señaladas por los productores.

El 43.7% de los productores realizan el cajeteo a los árboles de tejocote, desde un productor que lo hace una vez cada dos años, 94.7% lo realiza una vez al año y uno dos veces por año, los jornales ocupados para esta actividad en promedio son 2.1 y el costo de esta actividad es de \$520.00 /ha/año en promedio.

El 27.6% de los productores han realizado replantación de una a dos veces más, el primer replante se realizó desde hace 1 a 40 años, el segundo de 1 a 10 años.

El pintado de los troncos es practicado por el 48.3% de los productores de una a tres veces/año, los jornales ocupados son 2.2 en promedio y el costo de esta actividad es de \$627.62 por hectárea.

Otras actividades de manejo realizadas por los productores son: un tipo de poda leve llamada deschuponado cada año, otros realizan lo mismo dos veces/año: en junio y enero, el pintado de troncos con la mezcla de pintura vinílica, cal y sal y retirado de musgo a los troncos de los árboles, raspando con ramas.

5. Conocimiento sobre las malezas entre frutales y alrededor

Las más conocidas y reveladas por los productores con el nombre común de la región fueron en orden de importancia: zacomite, tezonquelite, mozoquelite, diente de mula, acahual, ajonjolillo, pasto cola de zorra, chachayote, verdolaga, quintoniles, quelite, lentejilla, perilla, tlalesquete, quiebraplato, tepopote, diente de león, lechuguilla, lengua de vaca, árnica, halache, gordolobo y chichicastle.

6. Conocimiento y control de la plaga: barrenador de la semilla del tejocote

6.1. Identificación, daños y control del barrenador *Conotrachelus crataegi* Walsh

El 89.7% de los productores conoce al barrenador del hueso del tejocote, en cada etapa del ciclo biológico se encontró que: ningún productor lo conoce en etapa de huevo, 89.7% lo conoce en etapa de larva, 4.6% lo conoce en fase de pupa y 85.1% lo conoce en la forma de adulto así como el lugar donde se localiza en los árboles de tejocote, el 74.7% de los productores lo ha visto en su huerta en 2019, el año en aplicaron las encuestas, el 98.9% de los productores identifican el daño

ocasionado por el insecto en sus huertas ya que se pierden 3.6 t ha⁻¹, debido a esto el 80.2% controla al barrenador con los insecticidas descritos en el Cuadro 4 en diferentes épocas del año; las tres temporadas relevantes son: en el mes de junio donde el 12.5% de los productores controla a *C. crataegi* o inicia, de junio a agosto el 9.2% lo realiza o inicia y de marzo a junio (Cuadro 2.7.).

Cuadro 2.7. Control de malezas químico en huertos de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla.

Mes o periodo de control	% de productores
En enero	3
De febrero a marzo: en floración	6
De febrero a Abril	2
De febrero a mayo	2
De febrero a Junio	3
Marzo	2
De Marzo a Mayo	2
Marzo y mayo	2
De marzo a junio	9
De marzo a Septiembre	2
Abril	2
Abril y mayo	5
De abril a Junio	3
De abril a Julio	2
Abril, Junio y Agosto	2
De abril a agosto	5
Abril a Septiembre	2
Mayo y Junio	2
De mayo a Agosto	3
Mayo y Septiembre	2
Mayo a Junio y Octubre	2
Junio	14
De Junio a Julio	3
Junio y julio	5
De Junio a Agosto	13
De Junio a Septiembre	5
Agosto y Septiembre	2
Finales de Diciembre	2
Total	100

El 91.3% de los productores no realizan otras actividades de control extra, el resto realizan control cultural: remoción de suelo a principios de año (enero), aplicación de cal al suelo cerca de tronco

en febrero, remoción de suelo a principio de año y aplicación de cal cerca del tronco de los árboles y un productor entierra los frutos restantes o caídos y los encala. La capacitación para el manejo del picudo la ha recibido la cuarta parte de los productores por parte de CESAVERP (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla), seguida de servicios de un ingeniero agrónomo particular y el Colegio de Postgraduados Campus Puebla. En promedio los productores han recibido 2 capacitaciones en el último año, el 95.7% (18 productores) asegura que la capacitación recibida le sirvió para conocer y controlar al barrenador del hueso del tejocote.

6.2. Enemigos naturales asociados al cultivo de tejocote

El 61% de los productores dijeron haberse percatado de que en su huerto hay alguno de los siguientes enemigos naturales (Cuadro 2.8.), donde sin duda los más conocidos y presentes en los huertos son las catarinas, apreciadas en la temporada de junio a agosto en los huertos, sin embargo, el 86.8% de los productores que las ubica no sabe que tiene la función de enemigos naturales de plagas.

Cuadro 2.8. Enemigos naturales asociados al cultivo de tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Enemigos naturales	% de productores
Catarinas	67.9
Crisopas	1.9
Catarinas y avispa	1.9
Catarinas y crisopas	22.6
Crisopas y avispa	1.9
Catarinas, crisopas y avispa	3.8
Total	100

7. Cosecha forma de venta y destino de la producción

Las forma de venta del producto son de la siguiente forma: el 55.2% de los casos estudiados fue por caja de 20 kg, principalmente comercializado en el mercado local representado por el 79% de los productores, seguido del mercado municipal donde 8.6% de los productores lo vende, este mismo porcentaje comercializa su fruto en la Central de Abastos de la Ciudad de México, el 1.1% lo mercadea en tres sitios: para exportación, en el tianguis en Chalco, Estado de México y con los intermediarios que van a la casa del productor provenientes de Huejotzingo y Calpan (Figura 2.3.). El 53% de los productores no realizan la selección de su fruto, la cantidad general de cosecha va

de 1 a 21 t ha⁻¹, con media de 8.9 t ha⁻¹ y los productores que vende su huerta la hectárea va desde los \$3,000.00 a \$10,000.00, como media \$7,250.00.

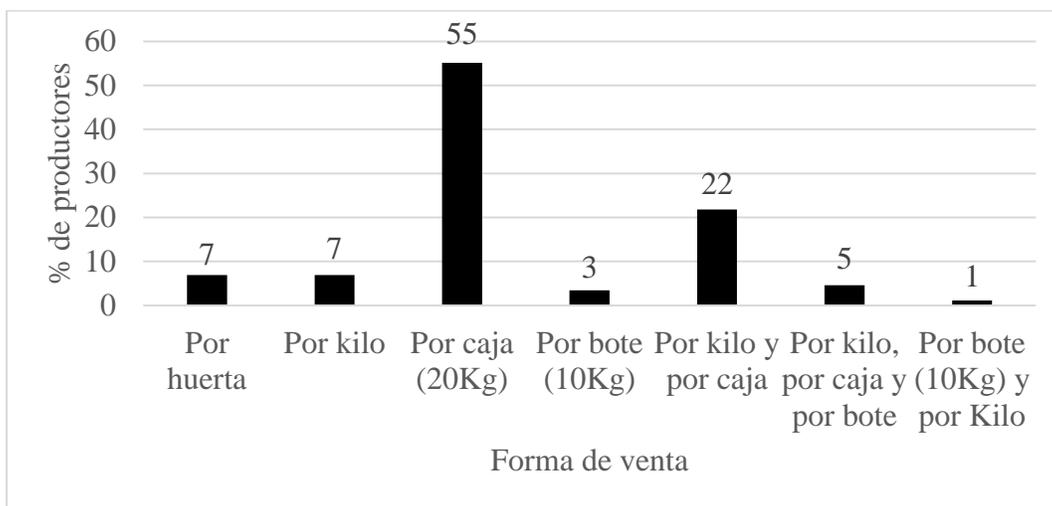


Figura 2.3. Forma de venta del tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla.

Durante el proceso de cosecha el 55.2% de los productores realizan un corte, el 41.4% realiza 2 cortes el resto realiza de 2 a 3 cortes y 3.4% realiza 3 cortes. La calidad de los frutos se clasifica en: Super, Primera, Segunda y tercera o canica. Son 20 los jornales ocupados durante la cosecha en promedio.

En la Figura 2.4. se aprecian el rendimiento y calidad en los cortes realizados en el cultivo de tejocote

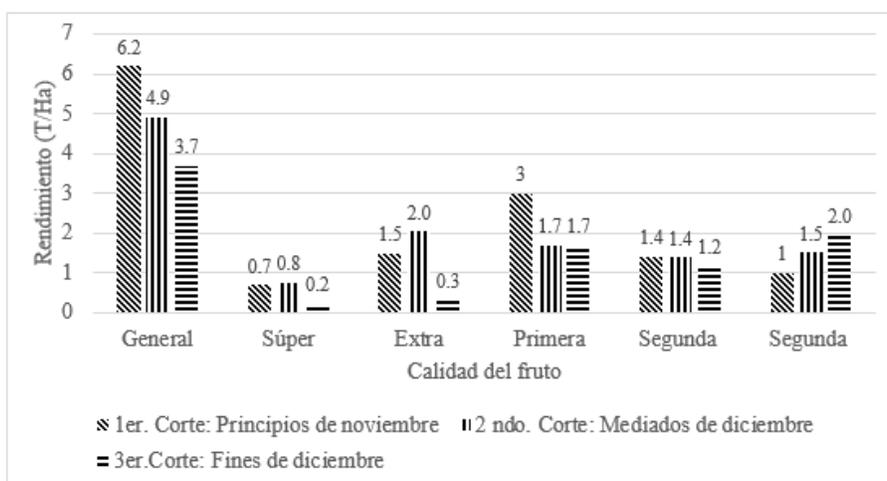


Figura 2.4. Rendimiento (t ha⁻¹) y calidad del fruto en los cortes realizados en el cultivo de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla.

La fecha del primer corte varía mucho: algunos productores comienzan a mediados de septiembre otros lo realizan a fines de diciembre, pero la mayoría, el 26.4% lo realiza a principios de noviembre (Figura 2.5.) para la venta en fresco para que el consumidor coloque el fruto en los altares del día de muertos, la cantidad general del primer corte es de 6.2 t ha-1 en promedio no obstante hay productores que cosechan 0.25 t ha-1, en contraparte con los que cosechan 17.6 t ha-1. En el primer corte la calidad Super sólo tres productores la cultivan y obtienen un promedio de 0.7 t ha-1, en la calidad Extra en promedio se obtiene 1.5 t ha-1 y la obtienen 5 productores, los frutos con calidad de Primera la obtienen 34 productores en promedio 3 t ha-1, en la calidad de Segunda se obtienen 1.4 t ha-1 y la obtienen 34 productores y la calidad de Tercera o canica es obtenida por 30 productores que obtienen en promedio 1 t ha-1, aunque hay productores que obtienen desde 0.2 t ha-1 a 3.4 t ha-1. Los productores dijeron que la cosecha la realiza en el 62% de los casos el productor, su familia y también contrata personal, en el 28.6% de los casos lo realiza el productor y su familia, en el 7.9% sólo el productor cosecha y en el 1.1% lo lleva a cabo una seleccionadora y un empleado.

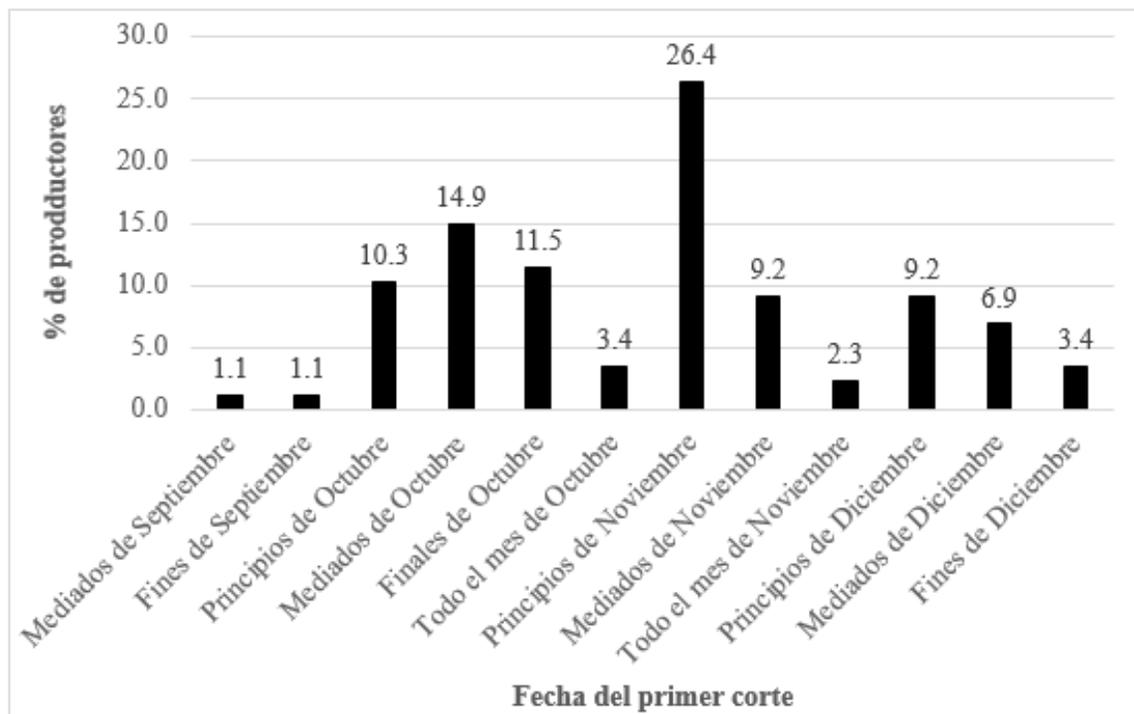


Figura 2.5. Época del primer corte de teocote en Calpan y Huejotzingo Puebla.

Los productores que llevan a cabo dos cosechas, hay productores cuya segunda la realizan a mediados de octubre hay otros que la realizan a mediados de diciembre, siendo más los productores

que la realizan en la última temporada (Figura 2.6.). La cantidad general promedio del fruto en esta cosecha es de 4.9 t ha⁻¹, en esta sólo 2 productores obtienen 0.8 t ha⁻¹ en promedio de frutos con calidad Super, de la Extra se obtienen en promedio 2 t ha⁻¹ y 4 productores la obtienen, se tiene una producción en la calidad de Primera de 1.7 t ha⁻¹ por 16 productores, en frutos de Segunda calidad se tiene producción de 1.4 t ha⁻¹ por 16 productores y los frutos de la calidad de Tercera tiene una producción de 1.5 t ha⁻¹ y es obtenida por 13 productores.

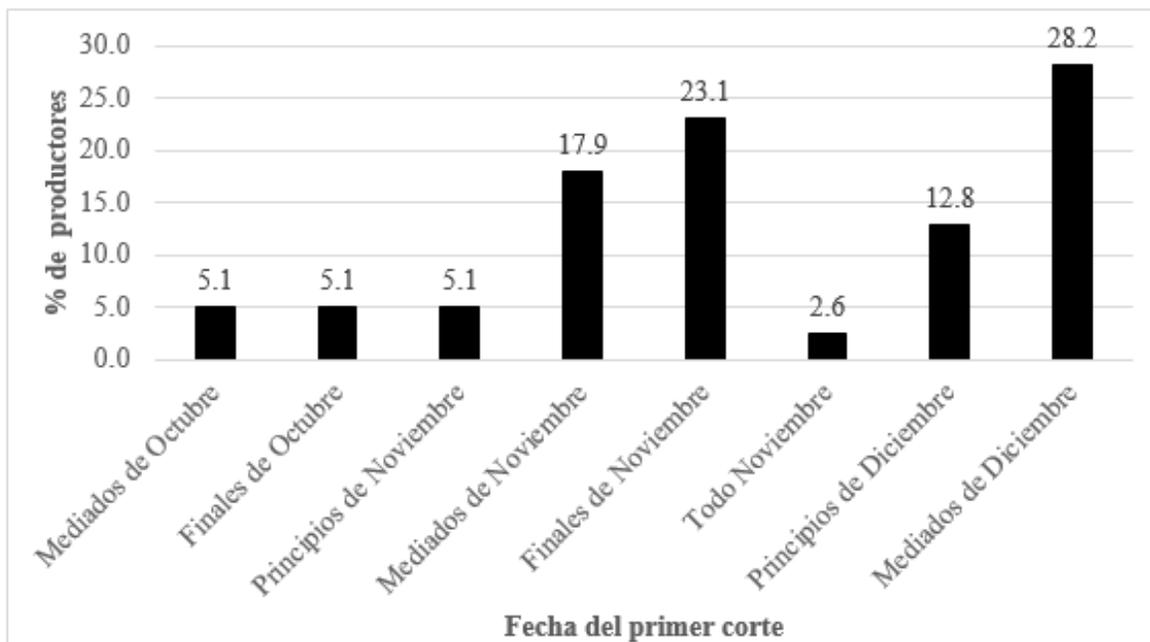


Figura 2.6. Época del segundo corte de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla.

De los tres productores que realizan tres cortes de tejocote 2 de ellos lo hacen a principios de diciembre y 1 a fines del mismo mes cosechan un promedio de 3.7 t ha⁻¹, frutos de la calidad Super y Extra sólo son obtenidos por un productor con 0.24 t ha⁻¹ y 0.3 t ha⁻¹ respectivamente, los de Primera y Segunda calidad los obtienen los tres productores con 1.7 t ha⁻¹ y 1.2 t ha⁻¹ respectivamente y un productor obtiene frutos de Tercera con producción de 2 t ha⁻¹.

El precio de venta del tejocote en 2018 osciló de \$30.00 a 270.00 por caja de 20 kg, aunque la mayoría de los productores vendió en \$70.00 la caja de su fruto. Por bote (kg) el producto se comercializó de \$20.00 a \$130.00 con media de \$53.00 y el kilo en promedio tuvo un precio de venta de \$1.5. Todos los productores comercializan su producto ellos mismos, el 90.8% lo vende en fresco, el 53% opinan que el tejocote es un producto rentable debido a razones como: obtener buenos ingresos, ser un cultivo que tiene alto rendimiento, no requerir de mucho manejo y produce

bien, ser un cultivo que requiere poca inversión y tener un alto precio de venta. Son varias las ventajas y desventajas que los productores expresaron para cultivar tejocote (Cuadro 2.9.), la mayoría coincide en que se tiene buen precio y altos rendimientos de la rosácea.

Cuadro 2.9. Respuestas de los productores sobre las ventajas y desventajas de cultivar tejocote en cinco localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla.

Ventajas de cultivar tejocote	% de productores
Tiene altos rendimientos en comparación con el durazno y otros frutales	7.0
De todo lo que se cultiva es el producto que mantiene	2.3
Es de temporal, no se riega, es resistente a sequía	7.0
Tiene buen precio y altos rendimientos	25.6
Al ser su cosecha a fin de año se toman las ganancias para invertir al iniciar el otro año	2.3
Por la cosecha en día de muertos	2.3
Cuando la caja llega a \$200.00 está bien	2.3
Es un producto para autoconsumo también	4.7
Es de la región	4.7
Puede cortarse, almacenarse y venderse después	11.6
Se complementan ingresos	18.6
Es un árbol con varios años de vida productiva	2.3
Si se da buen manejo a tiempo se tiene producto de calidad	2.3
Se tiene apoyo para la exportación en comparación a otros frutales	2.3
Ya se cuenta con ellos, ayudan a la manutención de la familia	2.3
No las hay, se trabaja por amor al campo	2.3
Total	100

Ningún productor realiza transformación de su producto con fines comerciales, el 93.1% de los productores no conocen alguna empaedora de tejocote, aquellos que sí conocen: la empaedora de Tecamachalco, la Sociedad Alonso ubicada en Huejotzingo Puebla, la empaedora de Huixcolotla Puebla, una ubicada en Aguascalientes y la de San Felipe Teotlalcingo Puebla.

El 96.6% de los productores no acopian tejocote de la zona, el 64.4% no se ha planteado exportar tejocote y de los productores que si el 9.3% conocen los requisitos. Los ingresos/ha/año para los productores van de \$1,500.00 a \$198,900.00 en promedio \$30,000.00 (Cuadro 2.10.). El costo total por hectárea de tejocote va de \$1,600.00 a \$19,575.00, con media de \$9,318.39.

Cuadro 2.10. Costos en el cultivo convencional de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018.

Concepto	Cantidad	Tecnología	Costo unitario (\$/ha)	Costo total (\$/ha)
Barbecho	1	Maquinaria o yunta	1,200.00	1,200.00
	3	Jornales	200.00	600.00
Rastreo	1	Maquinaria o yunta	1,200.00	1,200.00
	3	Jornales	200.00	600.00
Surcado anuales	1	Maquinaria o yunta	1,200.00	1,200.00
	3	Jornales	200.00	600.00
Siembra de anuales	4.0	Jornales	200.00	800.00
	4.7	Jornales	200.00	940.00
Fertilización	1.5	Estiércol de caballo (T)	1,572.00	2,358.00
	4	Urea Saco (50 kg)	370.00	1,480.00
	2	Dap (50 kg)	500.00	1,000.00
	4.7	Jornales	200.00	940.00
Control de plagas y enfermedades	1.5	Cipermetrina (L)	300.00	450.00
	1.0	Lambda cihalotrina (1/4 L)	500.00	500.00
	1.5	Permetrina (1L)	353.00	529.50
Poda	4.0	Jornales	200.00	800.00
Deshierbes	4	Jornales	201.00	804.00
Cajeteo	2.6	Jornales	201.00	520.19
Cosecha	15.0	Jornales	202.00	3,030.00
Total				19,551.69

Los ingresos y la utilidad de los productores de tejocote en Calpan y Huejotzingo Puebla pueden apreciarse en el Cuadro 2.11.

Cuadro 2.11. Ingresos y utilidad en el cultivo convencional de tejocote en Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018.

Concepto	Dato
Producción (t ha-1)	8.90
Precio/t (\$)	4,760.00
Ingreso (\$)	42,364.00
Utilidad (\$)	22,812.31

Los comentarios e inquietudes que los productores desearon expresar fueron: necesidad de apoyo por parte del gobierno para fijar un precio justo al producto, cubrir los costos de la mano de obra, compra de agroquímicos, en el pago para la exportación, la producción de tejocote a toda la

comunidad, con capacitación, asesoría y fertilizantes y apertura de mercados, gestión de trámites además de apoyo por parte del Colegio de Postgraduados Campus Puebla con asesoría técnica.

Conclusiones

En Calpan y Huejotzingo los productores tienen unidades de producción de tejocote muy variada: existen productores con sistemas de cultivo en monocultivo hasta productores (la mayoría) con varios cultivos asociados tanto perennes como anuales al tejocote, hay productores que no realizan labores de manejo hasta los que realizan todas incluso más de las estudiadas y las llevan a cabo con frecuencia,

La mayoría de los productores conoce al barrenador del hueso, también saben del lugar donde se localiza en los árboles, muchos lo han visto en su huerta, casi todos identifican el daño ocasionado, la afectación a la producción es de 3.6 t ha⁻¹, lo cual es el 40.4% de la producción afectada por *C. crataegi*, lo cual indica la severidad del daño en el cultivo de tejocote en los municipios más productivos del país, a pesar de realizar control químico con insecticidas con cipermetrina, permetrina, Lambda cihalotrina y Clorpirifos etil + permetrina principalmente, durante los meses de junio a agosto. Sin embargo, la mitad de los productores opinan que el tejocote es un producto rentable debido a que se tiene buen precio y altos rendimientos.

Literatura citada

- CESAVEP. (2019). Manejo fitosanitario de frutales. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla. http://www.cesavep.org/campanias/mff/mff_int.html
- INAFED. (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla. México. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Retrieved December 3, 2019, from <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/>
- INEGI. (2018). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2009a). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Calpan, Puebla. Clave geodésica 21026. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 9.
- INEGI. (2009b). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huejotzingo, Puebla. Clave geodésica 21074. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 9.
- López, G. J. L., Álvarez, G. J. F., Méndez, E. J. A., Paredes, S. J. A., Damián, H. M. Á., & Rappo, M. S. E. (2018). Maíz (*Zea mays* L.) y seguridad alimentaria en el municipio de Calpan, Puebla-México. *Agroproductividad*, 11(1), 37–43. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=128661374&lang=es&site=ehost-live>
- López, G. J. L., Damian, H. M. A., Álvarez, G. J. F., & Méndez, E. J. A. (2018). Diálogo de saberes en el manejo del maíz en Calpan, Puebla, México. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, 34:27–47.
- López González, J. L., Damian Huato, M. A., Álvarez Gaxiola, J. F., Méndez Espinosa, J. A., Rappo Miguez, S. E., & Paredes Sanchez, J. A. (2019). Innovaciones radicales y progresivas en el manejo del maíz en Calpan, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2), 277–288. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.802>
- Mendoza, R. R., & Hernández, R. E. (2018). Productividad de la agricultura familiar en Chiantzingo, Puebla: estudio de caso. *Agroproductividad*, 11(9), 111–117.
- Mendoza, R. R., Parra, I. F., & Ríos, de los C. I. (2010). La actividad frutícola en tres municipios de la Sierra Nevada en Puebla: características, organizaciones y estrategia de valorización para su desarrollo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 7(3), 229–245.

- Núñez, C. C. A., Escobedo, L. D., Hernández, M. M. Á., & Ortega, R. C. (2012). Modelos de las zonas adecuadas de adaptación del tejocote (*Crataegus mexicana* DC.) por efecto del cambio climático. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 241. <https://doi.org/10.15517/am.v23i2.6483>
- Osorio, G. N., López, S. H., Ramírez, V. B., Gil, M. A., & Gutiérrez, R. N. (2015). Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México TT - Maize production and pluriactivity in peasants in the Valley of Puebla, Mexico. *Nova Scientia*, 7(14), 577–600. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000200577&lang=es%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v7n14/2007-0705-ns-7-14-00577.pdf
- Piñon, V. H., Zagoya, M. J., & Aguilar, V. Y. (2015). Conocimiento tradicional en la producción y comercialización de productos agrícolas en el valle de Puebla. *Desarrollo Local Sostenible*, 8(22), 1–19.
- Rosas, A. M. L. (2016). Incidencia, ciclo biológico y manejo de *Conotrachelus crataegi* Walsh en tejocote (*Crataegus* spp.) en la Sierra Nevada de Puebla. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.
- Rosas, A. M. L., Huerta, D. L. P. A., Morales, J. J., Pérez, M. A., Hernández, L. R., & López, O. J. F. (2017). Biología y daños de *Conotrachelus crataegi* (Coleoptera: Curculionidae) en tejocote (*Crataegus* spp.) en México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 145. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6634>
- SENASICA. (2017). Programa de trabajo del manejo fitosanitario de frutales, del incentivo de prevención de plagas fitosanitarias reglamentadas del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2017, en el estado de Puebla. Retrieved November 22, 2019, from Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria website: http://www.cesavep.org/descargas/ptas/PTA_2017 MF Frutales 1ra ver f.firmas.pdf
- SIAP. (2019). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Retrieved: June 11, 2020, from Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera website: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Zagoya, M. J. (2015). Sistema tradicional utilizado en la producción de maíz en la Sierra Nevada de Puebla, México. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1–6.

CAPÍTULO III. INCIDENCIA DE *Conotrachelus crataegi* Walsh EN HUERTOS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) CON MANEJO TRADICIONAL EN PUEBLA, MÉXICO

Resumen

El tejocote (*Crataegus* spp.) es una fruta importante en la tradición culinaria en fiestas decembrinas de México y en noviembre en la ofrenda de día de muertos. En 2019 Puebla ocupó el primer lugar con 96.7% de la producción nacional total. El barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) es una plaga importante del tejocote en Puebla, por eso el objetivo de esta investigación fue estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*C. crataegi* Walsh) en tejocote (*Crataegus* spp.) en huertos con diferente manejo agronómico de las localidades de Huejotzingo y Calpan Puebla, México. Se llevaron a cabo muestreos en estado de larva en fruto y suelo y pupas para estudiar la incidencia del barrenador en cuatro huertos con manejo tradicional, se obtuvo información sobre sus características y las actividades de manejo llevadas a cabo, se tomaron datos climatológicos.

Se revisaron 1440 frutos de tejocote en toda la etapa de muestreo de larva en fruto, colectando un total de 546 larvas en los cuatro huertos estudiados. El porcentaje de infestación de larva en fruto del barrenador fue de 45.3% en Huejo1, 24.6% en Huejo2, en Huejo3 fue de 45.3% y en Calpan1 de 0%. Los huertos con mayor incidencia tienen menor diversidad de cultivos. Calpan1 fue el huerto donde se realizaron más actividades de manejo y se observó nula incidencia de *C. crataegi*, los huertos con mayor incidencia *tienen* en común que poseen menor diversidad de cultivos, que hace 5 años no se realiza la poda y que no se fertilizaron.

Palabras clave: larvas; fruto; clima; producción; diversidad.

Introducción

El tejocote (*Crataegus* spp.) es una especie de fruta importante en la tradición culinaria ya que se emplea en fiestas decembrinas principalmente en el centro del país; en navidad como ingrediente para el ponche y dentro de piñatas (Núñez & Goytia, 2009) y es utilizado como componente en la ofrenda de día de muertos (Denis, Hermida, & Huesca, 2012).

En México la producción de tejocote en 2019 fue de 5,521.82 t, en seis estados productores, Puebla ocupó el primer lugar con 5,336.94 t, con 96.7% de la producción nacional total y en menor

proporción los estados de Chiapas con 58.39 t, Ciudad de México con 43.37 t y Zacatecas con 32.9 t (SIAP, 2019). En Puebla los municipios de Calpan y Huejotzingo ocuparon el primer y segundo lugar en producción con 0.879 y 0.74 t respectivamente (SIAP, 2019).

Las plagas de mayor importancia en Puebla son: el barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) (CESAVEP, 2019), la mosca de la fruta (*Rhagoletis pomonella* Walsh) (Muñiz, 2008) y la mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia postica*) (Rosas *et al.*, 2017). En cuanto a enfermedades, de la única que se tiene registro es *Gymnosporangium clavipes*: la roya del fruto (CESAVEP, 2019).

C. crataegi Walsh, es el principal insecto plaga en los municipios de Huejotzingo y Calpan además de otros en la Sierra Nevada; la hembra del barrenador en estado adulto ovíparosita en el fruto, cuando la larva emerge se alimenta de la semilla afectando la calidad del fruto, por lo que ya no es comercializable, lo que repercute directamente en los ingresos de los productores de tejocote en la región. Rosas *et al.* (2017) señalan que los daños por larvas de *C. crataegi* Walsh en frutos de tejocote fueron del 77% en la localidad de Domingo Arenas y, del 30%, en Huejotzingo para el periodo 2014-2015, lo cual indica la severidad del daño de esta plaga para estos municipios. Se trabajó con la hipótesis: la incidencia del barrenador (*Conotrachelus crataegi* Walsh) es diferente de acuerdo al manejo dado en los huertos de tejocote de las localidades de Calpan y Huejotzingo Puebla.

El objetivo de esta investigación fue estudiar la incidencia del barrenador de la semilla (*Conotrachelus crataegi* Walsh) en tejocote (*Crataegus* spp.) en huertos con diferente manejo agronómico en los municipios de Huejotzingo y Calpan Puebla, México.

Materiales y métodos

1. Zona de estudio

El estudio se desarrolló en un huerto del municipio de Calpan y tres huertos del municipio de Huejotzingo. El municipio de Calpan se ubica en las coordenadas geográficas 19° 06' 36" y 19° 41' 12" N y 98° 23' 54" y 98° 32' 24" O y altitud de 2540 msnm, clima C(w2): templado subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6°C (SMNa, 2010) y precipitación de 900 a 1100mm anual (INEGI, 2009). El municipio de Huejotzingo se localiza en: 19° 13' 32" y 19° 06'36" N y 98° 20'18" y 98° 39'00" O y a 2100 msnm, el clima es templado

subhúmedo con lluvias en verano (Cw), la temperatura media anual es de 16°C (SMNb, 2010) y precipitación media anual de 900 a 1100 mm (INAFED, 2010).

2. Selección de huertos

Se realizaron cinco recorridos de campo previos al desarrollo del estudio, del 28 de mayo al 4 de julio de 2018, el propósito fue observar a primera vista si existían diferencias en cuanto a manejo como poda, fertilización y diversidad de cultivos en la huerta, para seleccionar los sitios de muestreo en dos localidades de los municipios de Calpan y Huejotzingo. Se comprobó la presencia del barrenador en los huertos seleccionados mediante el método de muestreo indirecto de adultos caídos debido al movimiento realizado a las ramas del árbol utilizando una manta de golpeo bajo el follaje (Morón & Terrón, 1988). Se muestreo en huertos con diferentes altitudes sobre el nivel del mar y se notó de que: 2200 a 2400 msnm existe una mayor incidencia del barrenador, de 2400 a 2600 msnm la incidencia es menor y de 2600 a 2800 msnm la incidencia es mínima o nula.

3. Muestreos

Para estudiar la incidencia *C. crataegi* se realizaron 9 muestreos en fruto cada 15 días para determinar número de larvas en fruto y 5 muestreos cada 2 semanas para explorar larvas en suelo y pupas.

3.1. Incidencia de larva en fruto

Los muestreos se realizaron del 18 de julio al 7 de noviembre de 2018 en los cuatro huertos. De julio a noviembre el árbol se encuentra en fructificación coincidiendo con la etapa del barrenador de larva en el fruto (Rosas *et al.*, 2017), en esta fase se realizó un muestreo cada 15 días, nueve en total, tomando al azar en 4 árboles de cada huerto y de estos se colectaron 10 frutos/árbol colocándolos en bolsas ziploc® de 17.7cm x 18.8cm para llevarlos al laboratorio, se disectaron con bisturí y cúter para observarlos en un microscopio estereoscópico motic®SMZ-168. 1:6.7 buscando larvas y así determinar el número de las mismas.

Las variables evaluadas fueron: número total de larvas del barrenador/huerto y porcentaje de infestación de larvas en fruto/huerto mediante la fórmula:

$$\% \text{ Infestación de la plaga} = \frac{\text{Total de frutos atacados} \times 100}{\text{Total de frutos muestreados}}$$

3.1.1. Métodos estadísticos

Para analizar la incidencia de larvas en fruto en cada huerto se realizó un análisis de varianza con $\alpha = 0.05$ y prueba de comparación de medias de tukey con el programa SAS versión 2002.

3.2. Incidencia de larvas y pupas en suelo

Se realizaron muestreos cada dos semanas en total cinco, los días 21 de enero, 4 y 19 de febrero, 4 y 18 de mayo de 2019, se excavó con una pala un área aproximada de 50cmx20 cm, en un tiempo de media hora/huerto para cada muestreo, variando el lugar de búsqueda dentro del huerto, evitando los árboles de las hileras de las orillas. El suelo se filtró por un tamiz de metal con aberturas de 5mm x lado, las larvas y pupas colectadas se trasladaron en botes de plástico de 100mL de capacidad al laboratorio para explorar la existencia de enemigos naturales parasitoides en ellos. Las variables evaluadas fueron: número total de larvas y pupas del barrenador en suelo/huerto.

4. Características y manejo de los huertos de tejocote seleccionados

Se observaron las características y actividades de manejo llevadas a cabo en los huertos de estudio como orientación de hileras, marco de plantación, cultivos asociados, labranza al suelo, poda, deshierbe, fertilización, control de plagas y enfermedades, encalado y fecha de cosecha. Para complementar la información sobre el manejo de huertos, se realizaron cuatro entrevistas, una a cada dueño o propietario de la huerta para conocer con mayor detalle los aspectos relevantes de las prácticas realizadas.

4.1. Efecto climatológico en la incidencia del barrenador

Los datos climatológicos de la región se tomaron del 6 de junio al 14 de noviembre de 2018, registrando la precipitación (mm/semana) con un pluviómetro taylor de plástico de 120 mm de capacidad, así como la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) máxima, mínima y media/semana con un higrómetro digital GB modelo TM-977H, los datos fueron utilizados para hacer un análisis de correlación con la incidencia de *C. Crataegi* en estado de larva en fruto con el programa SAS versión 2002.

5. Resultados y discusión

1. Incidencia de larvas de *C. crataegi* Walsh en fruto

En total se revisaron 1440 frutos de tejocote en toda la etapa de muestreo, colectándose 546 larvas en los cuatro huertos estudiados, en la Figura 3.1. se presenta el promedio de larvas colectadas en frutos de tejocote en los cuatro huertos en los nueve muestreos realizados.

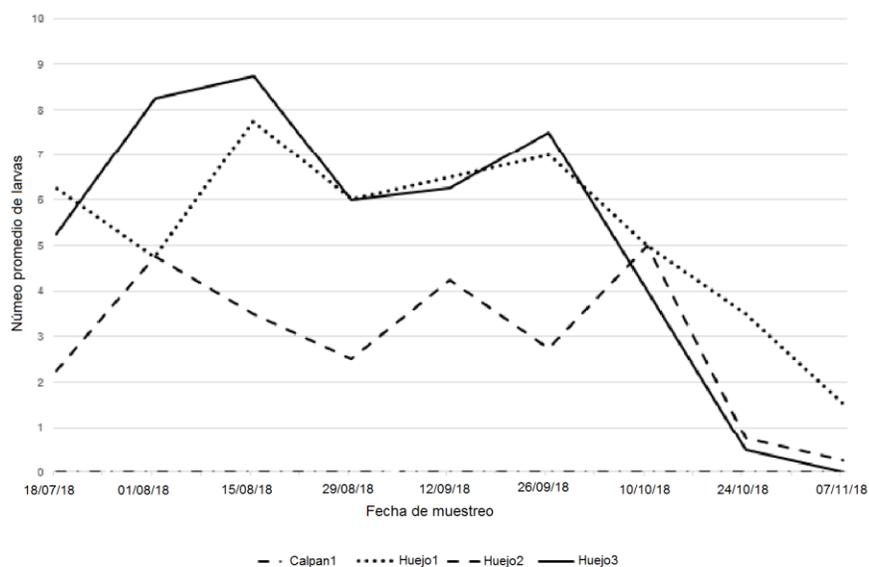


Figura 3.1. Número promedio de larvas en fruto por huerto de *Conotrachelus crataegi* Walsh en cuatro huertos de tejocote con diferente manejo en dos municipios de la Sierra Nevada, Puebla, México.

En los muestreos 1, 2 y 3 se apreció el máximo número de larvas, después la tendencia fue a disminuir con el paso del tiempo, haciendo dichos muestreos diferentes estadísticamente del último muestreo realizado el 7 de noviembre donde puede apreciarse la disminución de las larvas, periodo que coincide por lo reportado por (Rosas *et al.*, 2017).

En el huerto Calpan1 no se presentó en ningún muestreo incidencia de la larva en fruto de *C. crataegi*. En los tres huertos restantes, el porcentaje de infestación de la plaga en el huerto fue de 45.3% en el Huejo1, 24.6% en el huerto Huejo2 y en el huerto Huejo3 fue de 45.3%.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre huertos ($p \leq 0.001$) en la incidencia del barrenador en fruto: en los huertos Huejo1 y Huejo3 no hubo diferencias al encontrar una cantidad promedio de 47.25 larvas/huerto durante toda la fase de estudio (Figura 3.2.) y fueron los

huertos con mayor incidencia, diferenciándolos del huerto Huejo2 con 26 larvas en promedio y por último se ubicó el huerto Calpan1, donde no se encontraron larvas.

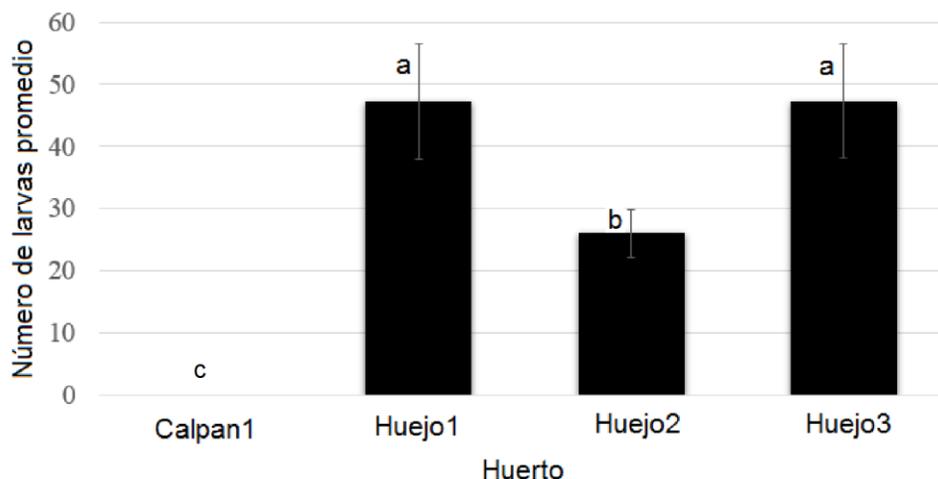


Figura 3.2. Número promedio de larvas en fruto de *Conotrachelus crataegi* Walsh en tejobote por huerto en 2018 en dos localidades de Huejotzingo y Calpan, Puebla México.

Los huertos Huejo1 y Huejo3; donde se presentaron la mayor cantidad de larvas, tienen en común que hace cinco años no se realizaba la remoción del suelo, en Huejo1 se efectuó hasta el año en que se ejecutó la investigación, aunque la labranza al suelo no es una actividad relevante en la incidencia de la plaga, como lo demuestran (Baughman, Nelson, & Grieshop, 2015) quienes observaron que en un huerto de manzana infestado por *Conotrachelus nenuphar* Herbst no fué afectado por la labranza del suelo. Otro factor en común es la poda, realizada por última vez hace cinco años y sólo se realizó el adelgazamiento de las copas de los árboles, esto se relaciona con el trabajo de Simon, Sauphanor & Lauri, (2007) quienes concluyeron que la arquitectura de los árboles puede afectar las plagas de artrópodos al modificar el atractivo de la planta huésped, las condiciones de vida dentro de la planta, incluyendo microclima, disponibilidad y accesibilidad de recursos y sitios de reproducción, y espacios libres de enemigos y la eficiencia de los métodos de control de plagas químicos o alternativos, una arquitectura más compleja favorece a los insectos fitófagos y es perjudicial para la alimentación de la mayoría de los enemigos naturales.

La práctica de fertilización en Huejo1 y Huejo3 no se llevó a cabo y el control de plagas y enfermedades se ejerció en el huerto Huejo3 en septiembre en dos ocasiones con cipermetrina. El control químico de *Conotrachelus* en México se realiza con ingredientes activos como paratión

metílico al 50%, malatión y azinfos metílico para *Conotrachelus dimidiatus* en guayaba (González, 2002; Mendoza *et al.*, 2004; Insuasty *et al.*, 2008; Vargas *et al.*, 2018) y malatión y permetrina para control de los barrenadores pequeños del hueso del aguacate *Conotrachelus aguacatae* (Barber) y *Conotrachelus perseae* (Barber) (SAGARPA y SENASICA, 2016). En Huejo1 y Huejo2 no se realizó control de plagas y enfermedades, por lo que la incidencia fue mayor, en Huejo3 aunque hubo aplicación del insecticida esta se llevó a cabo a un mes de realizar la cosecha, por lo que no la incidencia no fue mayor.

Otra práctica que no se realizó en Huejo1 y Huejo3 es el encalado de los troncos, no así el deshierbe; ya que en Huejo1 se practicó de forma mecánica y manual tres veces por año, pero sólo entre los surcos de frijol no entre árboles, por lo que quedan malezas entre árboles, en Huejo3 no se realizó en ninguna ocasión deshierbe. Akotsen, Boozer, & Fadamiro, 2012, encontraron un menor número de adultos de *Conotrachelus nenupar* en huertos de durazno cubiertos con pasto cienpies *Eremochloa ophiuroides* (Munro) en comparación con tratamientos: sin malezas, con malezas naturales o de corteza de pino.

2. Incidencia de larvas en suelo y pupas

En los seis muestreos realizados se encontró un total de 38 larvas y 3 pupas, la mayor cantidad de larvas: 15 y pupas: 2 se encontró en el muestreo 2 en el Huejo3, seguida del muestreo 1 donde se encontraron 9 larvas en el mismo huerto, en esta misma fecha de muestreo también se localizaron 6 larvas en Huejo1. En el segundo muestreo se encontraron 7 larvas en Huejo1 y después solo se encontró una larva en el muestreo 5 en Huejo1 y una pupa en el muestreo 3 para Huejo2, en el resto de los muestreos, no se encontraron ni larvas ni pupas. Cuando se realizó muestreo al suelo, las pupas se encontraron en la zona de raíces adventicias, que son las que absorben agua y nutrientes, en esta zona hay humedad.

En Huejo3 fue donde se localizaron las larvas y pupas en suelo, esto se debe a las nulas labores culturales realizadas enfatizando la labranza al suelo, como en una investigación realizada sobre el barrenador del aguacate *Helipus lauri* Boheman en Colombia, donde determinaron que la variable número de cajeteos/año contribuye más a la reducción de poblaciones (Caicedo *et al.*, 2010), esto se debe a que con el laboreo en la zona de goteo del árbol se exponen las pupas a condiciones ambientales adversas y a sus depredadores y disminuye la población de plagas de este tipo, esto es recalado en México por otra parte CESAVEP, (2017) que recomienda el control cultural por

medio de la remoción del suelo en el área de goteo de los árboles de tejocote para la eliminación de los estados inmaduros del barrenador del hueso, lo cual sería en marzo y abril esto elimina malezas y sería mejor realizarlo entre árboles.

3. Características y manejo de huertos de tejocote seleccionados

3.1. Características de huertos de tejocote

La variedad de tejocote es el amarillo chapeado sobre portainjerto criollo, El huerto 1 se localiza en la localidad de San Andrés Calpan (Calpan1), está a una altitud media de 2267 msnm, la edad de los árboles es de 18 años, la superficie de 1.21 ha con 141 árboles. Los huertos 2, 3 y 4 se localizaron en Huejotzingo (Huejo1, Huejo 2 y Huejo 3), ubicados a una altitud promedio de 2290, 2297 y 2292 msnm respectivamente, tienen una superficie de 1.1, 1.2 y 0.85 ha y dentro de esta tienen 138, 142 y 107 árboles respectivamente, con edades de 50 años en Huejo1 y 40 en Huejo2 y Huejo3.

Calpan1 es el huerto con nula incidencia, también es el huerto con menor altitud a nivel del mar, se ubica 26 m más bajo que el promedio de la altitud del resto de los huertos, la cual sólo tiene una diferencia de 7m entre el de mayor y menor altitud sobre el nivel del mar.

Todos los huertos son de temporal y tienen sistemas de policultivo: frutales en hileras intercalados con cultivos anuales, que es característico de la región establecidos y manejados con una mezcla de agricultura tradicional e industrial. En todos los huertos además de tejocote se cultiva: en Calpan1 pera (*Pyrus communis*) paraíso, chabacano (*Prunus armeniaca*) criollo, durazno (*Prunus pérsica*) cv. diamante y ciruela (*Prunus doméstica*) de mayo en hileras intercalado con maíz criollo (*Zea maiz*), en Huejo1 pera paraíso en hileras intercalado con frijol (*Phaseolus vulgaris*) criollo de crecimiento determinado, en Huejo2 pera paraíso, chabacano criollo, durazno cv. diamante, ciruelas: rabo, perfumada y de mayo en hileras intercaladas con maíz híbrido HS-2 COLPOS asociado con frijol criollo de crecimiento indeterminado y calabaza (*Cucurbita máxima*) y, en Huejo3 pera Kieffer en hileras (Figura 3.3.).

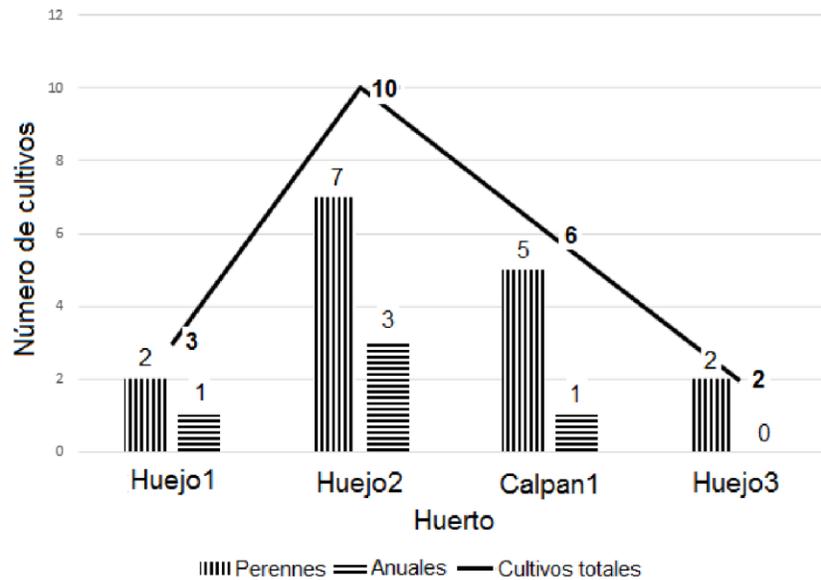


Figura 3.3. Diversidad de cultivos anuales y perenes en los huertos estudiados.

3.2. Manejo de los huertos

El tejocote se produce en policultivo y en temporal, con cultivos perennes criollos y variedades comerciales imbricadas, así como cultivos anuales en su mayoría criollos intercalados, se realiza labranza al suelo cuando se tiene presencia de los mismos.

En todos los huertos se cultiva pera paraíso además de tejocote, la diferencia la marca el huerto Huejo3, donde se tiene pera Kieffer. Los huertos Calpan1 y Huejo1 coinciden en tener chabacano criollo, durazno cv. diamante y ciruela de mayo. La diversificación de los cultivos en estos municipios del estado de Puebla es común (Osorio *et al.*, 2015) esto se debe a que favorece la economía de los productores al tener cosecha en todo el año de las diferentes especies cultivadas.

En los cuatro huertos estudiados la orientación de las hileras es en dirección Este-Oeste, el marco de plantación es en marco real a excepción del huerto Calpan1 donde se realiza rectangular, a excepción de Huejo3, donde no se realizó actividad alguna de labranza al suelo desde hace cinco años, al resto se les dio en 2018 el laboreo al suelo de barbecho, rastreo y surcado mecanizado, aunque en el huerto Calpan1 debido a la pronunciada pendiente no se realiza mecanizado sino el uso de arado con tracción animal. La ausencia de cultivos anuales sólo se observó en el huerto Huejo3, en Huejo1 se tenía 5 años sin realizar labores, retomándolas en 2018.

La poda es una actividad poco practicada en los huertos estudiados, el huerto Calpan1 es en el que se realizó más recientemente con su sistema de conducción en vaso es el único con poda diferente hace dos años, en el resto de los huertos se realizó poda hace 5 años o más, el encalado sólo lo practicó el propietario del huerto Calpan1, Huejo3 es el único en el que no se practicó deshierbe entre árboles, en el resto de los huertos se realiza primordialmente por tener en aptas condiciones al cultivo anual.

En Huejo1 y Huejo3 no se aplicó fertilizante de ningún tipo, en el huerto Huejo2 sólo se aplicó fertilizante químico (fosfonitrato) al cultivo anual y el huerto Calpan1 fue en el que se aplicaron diversos productos para nutrir al cultivo de tejocote: productos orgánicos y químicos tanto al suelo como foliares y químicos a anuales (estiércol vacuno, composta, lombricomposta y triple 16 a perennes intercalando y fosfato diamónico y urea a anuales además de calcio foliar cada dos semanas a tejocotes).

En Huejo1 y Huejo2 no se aplicó ningún producto para controlar plagas y enfermedades, en el huerto Calpan1 se realizaron cuatro aplicaciones de cipermetrina® dirigida a la copa de los árboles para prevenir a *C. crataegi* desde el inicio de la cosecha a abril, en Huejo3 también se aplicó cipermetrina® pero para controlar en dos ocasiones en agosto. En Calpan1 se realizaron más aplicaciones para prevenir plagas y enfermedades; además, se aplicó caldo sulfocálcico tres veces/año para prevención del tizón en tejocote. CESAVER (2019) en la campaña de interés estatal manejo fitosanitario de frutales dio prioridad entre otras plagas y enfermedades a *C. crataegi*, cuya acción para su prevención y control fue por medio de control químico: recomienda aplicaciones de cipermetrina, diazinón y malatión en dosis de 1.25 mL·L⁻¹ de agua y control cultural en el cual se recomendó la eliminación de estructuras vegetales que representen una fuente de infestación para los árboles, así como la poda por medio de un equipo especializado.

Actividades de manejo como poda y encalado de troncos son practicadas con poca frecuencia en la mayoría de los huertos, la fertilización y el control de plagas y enfermedades las realiza la mitad de los propietarios de las huertas, el deshierbe es la actividad más practicada, lo cual concierne con lo encontrado por (Mendoza, Parra, & Ríos, 2010) quienes también encuentran el policultivo en la región de la sierra nevada de Puebla, presencia de especies criollas en los huertos y las pocas actividades en el manejo practicadas en los mismos, en una investigación realizada por (Páez *et al.*, 2013) en huertos de capulín de Nealtican, Calpan y Domingo Arenas, también se observó la

diversificación de cultivos en los huertos y la poda y cosecha manual como prácticas de manejo realizadas una vez al año.

La cosecha se realizó el 18 de octubre en Calpan1, el 30 de octubre en Huejo1, el 26 de septiembre en Huejo2, y el 5 de noviembre en Huejo3. Además de estas actividades en el huerto Calpan1 se tuvo una plantación nueva de tejocote el día 1 de agosto de 2018.

3.2. Efecto climatológico en la incidencia del barrenador

El clima en los huertos como precipitación (mm), temperatura (°C) mínima, media y máxima, humedad relativa (%) mínima y máxima se representa en el Cuadro 3.1. La mayor precipitación se dio en el mes de agosto con 63.7mm de lluvia y la menor en octubre con 16mm, la temperaturas media osciló de 13.7°C durante noviembre a 18.7°C en septiembre, la máxima fue de 26.9°C durante el mes de septiembre a 19.6°C en agosto, la mínima de 5.9°C en noviembre a 12.9°C en junio, la humedad relativa máxima se dió en agosto con 97% y la mínima en julio con 62.3%.

Cuadro 3.1.: Promedio de datos climatológicos por mes: precipitación, temperaturas media, máxima y mínima y humedad relativa máxima y mínima de Huejotzingo y Calpan, Puebla, 2018.

Dato climatológico	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Pp (mm)	46.5	33.4	63.7	30.3	16.0	28.0
T med (°C)	17.6	16.0	14.9	18.7	17.5	13.7
T máx (°C)	22.3	24.7	19.6	26.9	23.7	21.5
T min (°C)	12.9	8.1	10.2	10.5	11.4	5.9
HR Máx (%)	98.0	88.6	97.0	96.5	90.1	95.5
HR Min (%)	54.3	28.4	62.3	39.0	26.2	37.5

Existe correlación entre la humedad relativa máxima y la incidencia de las larvas en fruto de 0.6317 (Figura 3.4), en el muestreo 9 realizado el 7 de noviembre de 2018, donde hubo humedad relativa máxima del 99% el número de larvas promedio en los cuatro huertos fue de menos de 1, lo mismo ocurrió en el cuarto muestreo realizado el 29 de agosto del mismo año, donde a una humedad relativa máxima del 98% el número promedio de larvas fue de 4.5, ambas fechas tienen en común ser los picos mínimos en número de larvas promedio den los cuatro huertos del estudio realizado.

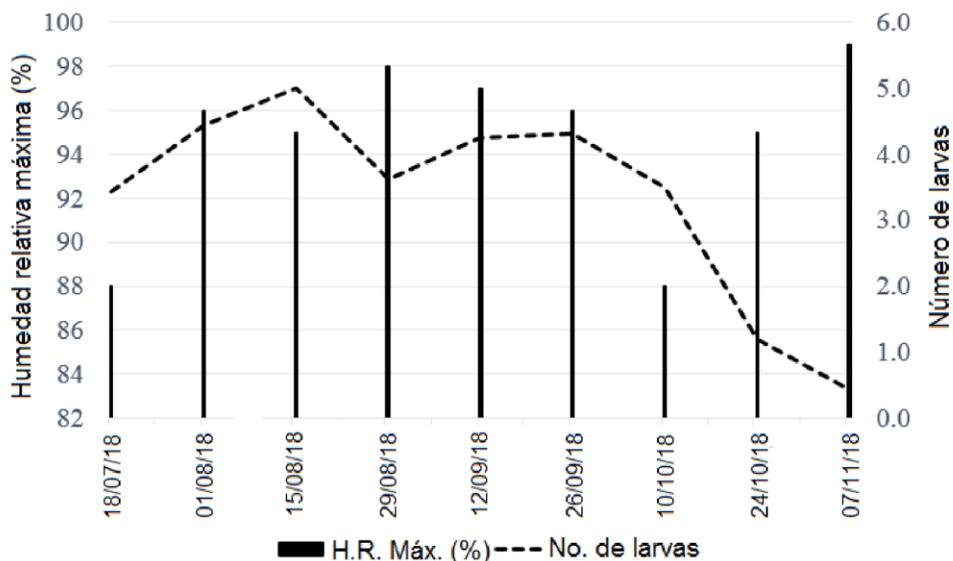


Figura 3.4. Humedad relativa (%) y número de larvas de *C. crataegi* en cuatro huertos de tejocote de Huejotzingo y Calpan, Puebla en 2018.

Conclusiones

Los huertos con mayor incidencia de la plaga fueron en Huejo1 y Huejo3, con 45.3%, seguidos de Huejo2 con 24.6% por último, Calpan1. Los huertos Huejo1 y Huejo3 tienen en común que tienen menor diversidad de cultivos, que hace cinco años no se realiza la poda y que no se fertilizaron. En Calpan1 se realizaron más aplicaciones para control de plagas y enfermedades: siete en total. En los huertos Huejo1 y Huejo3 tampoco se realiza el encalado de troncos. En el huerto donde se realizaron más actividades de manejo hubo una menor incidencia de *C. crataegi*, por lo que la hipótesis se confirma.

Se encontró correlación entre la humedad relativa máxima y la incidencia de las larvas en fruto de *C. crataegi* en huertos tradicionales de tejocote.

En Huejotzingo y Calpan Puebla el tejocote se produce en policultivo y temporal, la variedad es el amarillo chapeado sobre portainjerto nativo, los cultivos asociados dominantes son: peras paraíso, frijol criollo, chabacano criollo, durazno cv. diamante y ciruela de mayo.

En tres de los huertos se realiza labranza al suelo para siembra de cultivos anuales, la poda y encalado de troncos es una actividad poco practicada en los huertos estudiados, en la mitad de los huertos se fertiliza y se realiza control de plagas y enfermedades.

Literatura citada

- Akotsen, M. C., Boozer, R. T., & Fadamiro, H. Y. (2012). Influence of Orchard Weed Management Practices on Soil Dwelling Stages of Plum Curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist, 95(4), 882–889. <https://doi.org/10.1653/024.095.0410>
- Álvarez, H. A., Morente, M., Campos, M. y Ruano, F. (2019). La madurez de las cubiertas vegetales aumenta la presencia de enemigos naturales y la resiliencia de la red trófica de la copa del olivo. Ecosistemas. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente, 28(3), 92–106. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1779>
- Baidoo, P. K., & Mochiah, M. B. (2011). The influence of nutrient application on the pests and natural enemies of pests of okra *Abelmoschus esculentus* (L.) (Moench.). Journal of Applied Biosciences, 41, 2765-2771. <http://hdl.handle.net/123456789/11105>
- Baughman, W. B., Nelson, P. N., & Grieshop, M. J. (2015). Impact of cultivation and subsequent burial on *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology, 108(3), 1215–1220. <https://doi.org/10.1093/jee/tov071>
- Broad G. (2015). Identification key to the subfamilies of Ichneumonidae (Hymenoptera). Dept. of Life Sciences, The Natural History Museum, Cromwell Road, London UK. 52 p.
- Caicedo, L. R., Varón, D. E., Bacca, T., y Carabali, A. (2010). Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11(2), 129–136. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945029004>
- Castellanos, J. Z., Uvalle, B. J. X., y Aguilar, S. A. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INTAGRI. 2nda. Ed. México. 60 p.
- CESAVEP. (2017). Manejo fitosanitario de frutales. Retrieved November 22, 2019, from Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla website: http://www.cesavep.org/campanias/mff/mff_int.html
- CESAVEP. (2019). Manejo fitosanitario de frutales. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla. Retrieved June 11, 2020, from: http://www.cesavep.org/campanias/mff/mff_int.html

- CIFA. (2017). Recomendaciones. Toma de muestras foliares. Centro de Investigación y Formación Agrarias Cantabria. Laboratorio agrícola. España. 2 p.
- Denis R. P. B., Hermida M. A. y Huesca M.J. (2012). El altar de muertos: origen y significado en México. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. 25(1), 7p. www.seg.guanajuato.gob.mx
- González, G. E. (2002). Control de plagas insectiles. Pp. 86–109, In: G. E. González, R. J. S. Padilla, M. L. Reyes, M. A. perales De la Cruz, Y V. F. Esquivel (Eds.). Guayaba, su cultivo en México. INIFAP, Coyoacán, México.
- Goulet, H., & Huber, J. T. (1993). Hymenoptera of the world: an identification guide to families (IV Series;; C. C. Group, Ed.). Ottawa Canadá: Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario.
- Holb, I. J., Dremák, P., Bitskey, K., & Gonda, I. (2012). Yield response, pest damage and fruit quality parameters of scab-resistant and scab-susceptible apple cultivars in integrated and organic production systems. *Scientia Horticulturae*, 145, 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.08.003>
- INAFED. (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla. México. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Retrieved December 3, 2019, from <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/>
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Calpan, Puebla. Clave geodésica 21026. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 9p.
- Insuasty B. O., Monroy, R., Díaz, A. y Bautista J. (2008). Manejo fitosanitario del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santander. Boletín Técnico, Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario. Imprenta Nacional de Colombia. 30p.
- López O. M. & Khalaim, A. I. (2012). First record of *Calliephialtes sittenfeldae* associated with the tephritid fruit fly *Anastrepha spatulata* in Mexico. *Journal of Insect Science* 12:34 available online: insectscience.org/12.34
- Mendoza L., M. R. A., Luis A. y Castillo O. S. F. (2004). Guayaba (*Psidium guajava* L.): su cultivo en el Oriente de Michoacán, México. INIFAP, Centro de Investigaciones del Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan. Folleto Técnico Núm. 4.
- Mendoza, R. R., Parra, I. F., y Ríos, de los C. I. (2010). La actividad frutícola en tres municipios de la Sierra Nevada en Puebla: características, organizaciones y estrategia de valorización

- para su desarrollo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 7(3), 229–245.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722010000300003
- Morón, M. Á., y Terrón, R. A. (1988). *Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México* (Instituto). México: Instituto de Ecología, A. C.
- Núñez C. C. A. y Goytia J. M. A. (2009). Distribution and agroclimatic characterization of potential cultivation region sod physic nut in Mexico. *Pesquisa. Agropecuaria Brasileira* 44(9):1078-1085
- Osorio, G. N., López, S. H., Ramírez, V. B., Gil, M. A., & Gutiérrez, R. N. (2015). Maize production and pluriactivity in peasants in the Valley of Puebla, Mexico. *Nova Scientia*, 7(14), 577–600. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000200577&lang=es%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v7n14/2007-0705-ns-7-14-00577.pdf
- Páez, R. L. M., Sánchez, O. J., Velasco, T. M., Álvarez, G. J. F., & Argumedo, M. A. (2013). Propuesta de estrategia para el mejoramiento del cultivo de capulín en los municipios de Domingo Arenas, Calpan y San Nicolás de los Ranchos. *Ra Ximhai*, 9(1): 109–119. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46127074010>
- Rosas, A. M. L., Huerta, D. L. P. A., Morales, J. J., Pérez, M. A., Hernández, L. R., & López, O. J. F. (2017). Biología y daños de *Conotrachelus crataegi* (Coleoptera: Curculionidae) en tejocote (*Crataegus* spp.) en México. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 145. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6634>
- Ruíz C. E., Toledo H. V. H., Corona L. A. M., Khalaim, A. I., & Tovar Sánchez, E. (2011). Ichneumonidae (hymenoptera) en selvas y bosques del estado de Morelos, México. 1, 8p.
- Ruíz C. J. A., Rafaelevich K. D., Coronado B. J. M., Rodríguez M. A. J. & Mireles C. S. (2013). Ichneumonidos (Himenóptera) notables en Tamaulipas, México. 1,91-94.
- SAGARPA y SENASICA. (2016). Ficha Técnica. Barrenador pequeño del hueso del aguacate *Conotrachelus aguacatae* (Barber) y *Conotrachelus perseae* (Barber) (Coleoptera: Curculionidae) México.
- Scott H. G. & Stojanovich Ch. J. (1963). Household and stored-food insects of public health importance and their control. Training guide-insect control series. Department of Health,

- Education, and Welfare Public Health Service. Stinging hymenoptera: pictorial key to some common united states families. 772(12), 100-119 pp.
- SIAP. (2019). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Retrieved June 10, 2020, from <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Simon, S., Sauphanor, B., & Lauri, P. E. (2007). Control of fruit tree pests through manipulation of tree Architecture. *Pest Technology*, 1(1):33–37. www.globalsciencebooks.info
- SMNa, Servicio Meteorológico Nacional. (2010). Normal climatológica. Estación 00021167 San Andrés Calpan, Puebla México. Periodo: 1981-2010. Retrieved November 11, 2019, from <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=pue>
- SMNb, Servicio Meteorológico Nacional. (2010). Normal climatológica. Estación 00021046 Huejotzingo, Puebla México. Periodo: 1981-2010. Retrieved November 11, 2019, from <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=pue>
- Townes, H., Townes, M., Walley, S., Walkley, L., Habeck, D., & Townes, G. (1960). Ichneumon-Flies of América North of México: 2. Subfamilies Ephialtinae, Xoridinae y Acaenitinae. United States National Museum, Bulletin 2, 692.
- Vargas, M. H., Azuara, D. A., San Juan, L. J., Ibarra, C. K. H., Grifaldo, A. P. F., Talavera, V. A., Tafoya R. F. & Lázaro, D. M. O. (2018). Picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) una plaga de importancia económica para el cultivo de guayaba *Psidium guajava* L. en México. 2(3):25–38. www.revimexfito.com.mx

CONCLUSIONES GENERALES

En Huejotzingo y Calpan Puebla se produce tejocote de variedad amarillo chapeado sobre portainjerto criollo, los cultivos asociados dominantes son: peras (*Pyrus communis*) paraíso, maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) criollo, chabacano criollo (*Prunus armeniaca*), durazno (*Prunus pérsica*) cv. Diamante, ciruela de mayo (*Prunus doméstica*) y capulín (*Prunus salicifolia*)

En Calpan y Huejotzingo los productores de tejocote tienen superficie muy variada, las labores culturales también son diversas: desde los productores que no realizan ninguna hasta los que realizan todas incluso más de las estudiadas y las llevan a cabo con frecuencia, hay productores con sistemas de cultivo en monocultivo hasta productores (la mayoría) con varios cultivos asociados tanto perennes como anuales al tejocote.

La afectación a la producción es de 3.6 t ha⁻¹, lo cual es el 40.4% de la producción afectada por *C. crataegi*. Sin embargo, la mitad de los productores opinan que el tejocote es un producto rentable debido a que se tiene buen precio y altos rendimientos.

Los huertos Huejo1 y Huejo3 tuvieron mayor incidencia de larva en fruto de *C. crataegi*, la incidencia del barrenador fue diferente de acuerdo al manejo del cultivo, se encontró menos incidencia en huertos con más manejo en comparación con los que tienen menos y tienen menor diversidad de cultivos

RECOMENDACIONES GENERALES

Se recomienda realizar estudios sobre incidencia del barrenador y diversidad en los huertos, poniendo especial atención en las especies cultivadas para conocer si hay algunas o en número que alteren la incidencia de *C. crataegi*.

Es necesario que los productores se organicen y cuenten con asesoría especializada, otra alternativa podría ser el conocimiento campesino-campesino, en Huejotzingo y Calpan, Puebla los productores de tejocote llevan a cabo labores de manejo muy variadas y con diferente frecuencia, hay productores que tienen altos rendimientos y manejan adecuadamente su cultivo y hay otros que sólo llevan a cabo la cosecha, por lo que un intercambio de conocimientos productor a productor podría ser una alternativa para mejorar la producción de tejocote.