

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

TESIS

Incidencia de trips y mosca blanca en tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* L.), solo y en asociación con cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L.)

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA EVALUACIÓN PROFESIONAL DE LA
CARRERA INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

LUIS DEMETRIO PIÑA HERNÁNDEZ

MODALIDAD: TESIS INDIVIDUAL

ASESOR

DR. JESÚS RICARDO SÁNCHEZ PALE



CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", EL CERRILLO
PIEDRAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLUCA, MÉXICO, JUNIO DE 2020.

Resumen

Incidencia de trips y mosca blanca en tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* L.), solo y en asociación con cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L.)

¹ Luis Demetrio Piña Hernández. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. E-Mail: lobo.cazador.luis@hotmail.com

Asesor: ¹ Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale: ¹ Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C. P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. ¹ E-mail: jrsanchezp@uaemex.mx.

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* L.) es una hortaliza de suma importancia en la dieta del mexicano; en la república mexicana en 2017 se sembraron 43,172.56 ha, destacando Sinaloa como principal productor. La producción de tomate de cáscara enfrenta problemas fitosanitarios como son los trips (*Frankliniella occidentalis*), y mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.). Los trips son pequeños insectos de 0.8 a 3 mm, que durante las últimas décadas se ha convertido en el principal insecto plaga a nivel mundial de muchos cultivos hortícolas, agrícolas y ornamentales, siendo el género *Frankliniella* el más grande dentro de la familia Thripidae. Mosca blanca es un vector de enfermedades para el tomate de cáscara y por lo mismo es una plaga que necesita una alta atención y control. Una de las principales causas que impactan en el aumento de plagas, es la expansión del monocultivo y la alta utilización de agroquímicos sintéticos que afectan a los insectos benéficos o entomófagos. Una de las

medidas de control dentro del manejo agroecológico es la diversificación de cultivos en un determinado espacio, como son los cultivos asociados, los policultivos u otras alternativas como el uso de barreras vivas, siembra de plantas repelentes o atrayentes o planta trampa, etc. En la horticultura es poco el uso de estas alternativas, en especial los cultivos de cielo abierto. Con el objetivo de cuantificar efecto repelente o atrayente de trips y mosca blanca en la asociación tomate de cáscara con cempaxóchitl, se llevó a cabo el ensayo durante el ciclo primavera verano 2019, para determinar la densidad de ambos insectos en los tratamientos de tomate de cáscara en monocultivo, tomate de cáscara en asociación con cempaxóchitl, y cempaxóchitl en monocultivo. Con los datos de densidad por fecha de muestreo se estimó el progreso de la población de las plagas a través del tiempo en el programa R. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar para la distribución de los cuatro tratamientos y diez unidades experimentales. En cada unidad experimental se colocó una trampa monocromática (amarilla) para la captura de insectos y obtener su densidad por fecha de muestreo y área bajo la curva, así como el rendimiento final de tomate. Los datos de densidad obtenidos por cada fecha de muestreo se analizaron en el programa SAS, así como el valor final del área bajo la curva. Los resultados indicaron que existe una mayor preferencia de trips por el cempaxóchitl en monocultivo en todo su ciclo de cultivo, respecto a los demás tratamientos, al determinar una mayor población de este insecto, así como el mayor valor del área bajo la curva, mientras el tratamiento de tomate de cáscara en monocultivo presentó la menor población de trips así como la menor área. En mosca blanca no hubo un efecto atrayente o repelente, por lo que se concluye que la planta de cempaxóchitl es un atrayente natural de trips pero no de mosca blanca. El rendimiento no se vio afectado en los tratamientos, aunque el tratamiento de tomate de cáscara en monocultivo presentó

numéricamente un mayor rendimiento.

Palabras clave: trips, mosca blanca, asociación, tomate de cáscara, cempaxóchitl, atrayente.

Abstract

Incidence of thrips and whitefly on tomatillo (*Physalis philadelphica* L.), alone and in association with Mexican marigold (*Tagetes erecta* L.)

1 Luis Demetrio Piña Hernández. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. E-Mail: lobo.cazador.luis@hotmail.com

Advisor: 1 Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale: 1 Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México. C. P. 50200. Tel (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31. 1 E-mail: jrsanchezp@uaemex.mx.

The tomatillo (*Physalis philadelphica* L.) is an important vegetable in the Mexican diet; in 2017, 43,172.56 ha were planted in Mexico, with Sinaloa as the main producer. Tomatillo production faces phytosanitary problems including thrips (*Frankliniella occidentalis*) and whitefly (*Bemisia tabaci* L.). Thrips are small insects, measuring 0.8 to 3 mm long, that over the last few decades have become the main insect pest worldwide for several horticultural, agricultural, and ornamental crops. The genus *Frankliniella* is the largest in the family Thripidae. Whitefly is a disease vector for the tomatillo, and for that reason is a pest that requires careful attention and control. One of the main causes of pest increase is the expansion of monocultures and frequent use of synthetic agrochemicals that affect beneficial and entomophagous insects. One of the control measures used in agroecological management is the diversification of crops in a given space, including the use of associated crops, polyculture, and other alternatives such as living fences, repellent crops, attractants or trap

plants, etc. In horticulture, these alternatives are infrequently, used especially in open-air crops. With the objective of quantifying the repellent or attractant effect on thrips and whitefly of tomatillo in association with Mexican marigold, an experiment was carried out in the summer of 2019 to determine the density of both insects in tomatillo in monoculture, tomatillo in association with Mexican marigold, and Mexican marigold in monoculture. Using the data of density by sampling date, we estimated the progression of the pest population over time using the program R. A completely randomized block experimental design was used to distribute the four treatments and ten experimental units. In each experimental unit a monochromatic (yellow) trap was placed to capture insects and estimate their density by date and area under the curve, as well as the final tomatillo yield. The density by date data as well as the final area under the curve value were analyzed using SAS. The results showed that thrips had a preference for Mexican marigold in monoculture during the whole growing cycle, compared to the other treatments, since this insect had both a larger population and higher area under the curve value in this treatment. Meanwhile, the tomatillo in monoculture had the lowest thrip population and lowest area under the curve. In whitefly, there was no attractant or repellent effect, allowing us to conclude that Mexican marigold is a natural attractant for thrips, but not for whitefly. The tomatillo yield was not affected by the treatments, though the tomatillo in monoculture had a numerically higher yield.

Keywords: thrips, whitefly, association, Mexican husk tomato, cempaxóchitl, attractant.

i. ÍNDICE

	Pág.
Resumen	ii
Abstract	v
I. Introducción	1
1.1 Objetivos	4
II Hipótesis	5
III Justificación	6
IV Revisión de literatura	7
4.1. Tomate de cáscara	7
4.1.1 Importancia	7
4.1.2 Clasificación taxonómica	8
4.1.3 Características botánicas	8
4.1.4 Métodos y densidad de siembra	9
4.1.5 Requerimientos edafológicos y climatológicos	10
4.1.6 Fenología	10
4.1.7 Principales plagas que lo dañan	13
4.2 Control de plagas	14
4.2.1 Manejo de trips	15
4.2.2 Manejo de mosquita blanca	17
4.3 Uso de repelentes	17
4.3.1 Cempaxóchitl como planta repelente y asociada	20
4.4. Cultivo de cempaxóchitl	24

4.4.1	Morfología	24
4.4.2	Producción	25
4.4.3	Siembra	26
4.4.4	Cosecha	27
4.4.5	Plagas	27
4.4.6	Enfermedades	28
V	Materiales y métodos	29
5.1	Ubicación del ensayo	29
5.2	Material vegetal	30
5.3	Diseño experimental	30
5.4	Tratamientos	30
5.5	Establecimiento del ensayo	31
5.6	Variables de estudio	32
5.7	Análisis estadístico	33
VI.	Resultados	35
6.1	Condiciones climáticas	35
6.2	Trips	35
6.3	Mosca blanca	42
6.4	Rendimiento	46
VII	Discusión	47
VIII	Conclusiones	51
IX	Bibliografía	53
X	Anexos	70

ii. INDICE DE CUADROS

No.	Pág.
1.	Ejemplos de plantas repelentes. 20
2.	Actividad biológica de los extractos de <i>Tagetes erecta</i> L. sobre diferentes microorganismos o tejidos de mamíferos, 21
3.	Tratamientos del diseño experimental. 30
4.	Tratamientos que se utilizaran en el ensayo en diez bloques al azar 32
5.	Fechas de muestreo de <i>Frankliniella occdientalis</i> y <i>Bemisia tabaci</i> 33
6.	Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo 37
7.	Resultado de la comparación de medias para la variable de área bajo la curva 38
8.	Análisis de varianza por días después del trasplante para trips 39
9.	Resultado de la comparación de medias para la variable de trips 41
10.	Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva de mosca blanca obtenida en cada fecha de muestreo (días después del trasplante) 43
11.	Resultado de la comparación de medias para la variable de área bajo la curva de mosca blanca 43
12.	Resultado del análisis de varianza para la variable densidad de trips obtenida en cada fecha de muestreo (días después del trasplante) 44
13.	Resultado de la comparación de medias para la variable de mosca blanca. 45
14.	Rendimiento de tomate en el ensayo 46

iii. INDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
1.	Fenología del tomate de cáscara.	12
2.	Morfología <i>Tagetes erecta</i> L.	25
3.	Localización del experimento	29
4.	Temperatura (°C) y precipitación (mm) durante el ensayo.	35
5.	Fluctuación de trips	36
6.	Fluctuación de mosca blanca	42
7.	Primer riego, anetas del trasplante	71
8.	Delimitación del experimento	71
9.	Colocacion de trampas la para colección de trips y M.B.	72
10.	Aplicación de herbicida preemergente	72
11.	Planta de tomate de cáscara enferma	73
12.	Planta de tomate de cáscara sana	73
13.	Plántula de cempaxóchitl	74
14.	Cosecha de tomate de cáscara	74
15.	Riego con el experimento establecido y deshierbe	75
16.	Experimento, cempaxóchitl en floración y tomate de cáscara en producción	76

I. INTRODUCCIÓN

La horticultura se extiende de punta a punta y de extremo a extremo de la República Mexicana. El género *Physalis* spp., es de origen americano e incluye a 90 especies con distribución desde Estados Unidos de América hasta Las Antillas y Argentina. Se reconoce a México como centro de origen y domesticación; existen 70 especies silvestres y sólo *P. philadelphica* Lam. (Sinónimo de *P. ixocarpa* Brot) y *P. angulata* L., son cultivadas; aunque Santiaguillo *et al.* (2012) reportan a 71 especies.

El cultivo de *P. angulata* se restringe al estado de Jalisco y el de *P. philadelphica* está extendido en casi todo el país (Vargas *et al.*, 2014). De las especies mexicanas, 36 se encuentran distribuidas en 26 estados del país en un rango altitudinal amplio comprendido entre los ocho y los 3,350 msnm; el intervalo de latitud en que se desarrollan va desde el sur de Baja California (29° 23' LN) hasta el sur del estado de Chiapas (15° 54' LN) y crece en forma silvestre a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde California hasta Centroamérica (Santiaguillo *et al.*, 2009).

La producción se destina al mercado nacional y de exportación; en las últimas dos décadas este género se ha consolidado como una de las principales hortalizas en México (Santiaguillo *et al.*, 2010).

Los tomates verdes tienen un uso alimenticio tradicional y arraigado, formando parte de la dieta diaria de los mexicanos. Son esenciales en la preparación de salsas e ingredientes de diversos platillos; también tiene uso industrial, medicinal, trampa vegetal, ornamental, forrajero, como juguete y ceremonial; en estos usos están involucradas 16 especies y de ellas se utilizan la raíz, hojas, fruto, cáliz e inclusive la planta entera (Santiaguillo *et al.*, 2012).

De acuerdo con el SIAP (2019), en el año 2018 se registró una superficie sembrada de 42,639 ha, con una producción de 679,910 t y un rendimiento promedio de 16.7 t/ha. Sin embargo, se ve afectado por plagas y enfermedades que llegan a limitar el rendimiento y por ende la rentabilidad hacia el productor; unas de las principales plagas que afectan al tomate de cáscara, son mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis*), que de no controlarse a tiempo pueden llegar afectar severamente el fruto y por ende el rendimiento.

Frankliniella occidentalis afecta directamente al fruto y es transmisor de enfermedades virales como la marchitez manchada del tomate (TSWV, por sus siglas en inglés), causando necrosis de la planta (American Phytopathological Society, 2003; Avila *et al.*, 2006) ; el punto más elevado de población de trips es durante la floración del cultivo causando afectaciones a la estética del fruto, por otro lado. En el caso de la mosquita blanca puede o no ser vector de geminivirus (Velásquez *et al.*, 2009) afectando la nueva brotación floral y la producción del tomate de cascara, el número de cortes promedio del tomate va de cinco a seis, con estas plagas se puede reducir hasta la mitad (Velásquez *et al.*, 2009).

Los sistemas de cultivo denominado monocultivo y convencional se caracterizan por su elevado uso de pesticidas, sin una adecuada rotación de sitios de acción. Estos sistemas han afectado al suelo originando una baja fertilidad, y al ambiente al afectar la biodiversidad local como son insectos, animales o plantas, que por sus características influyen en reducir la población de estas dos insectos plaga (Gutiérrez *et al.*, 2015), por lo que es necesario la búsqueda de otras alternativas que afecten en menor cantidad al ambiente, al hombre y propicien una producción sustentable del tomate de cáscara.

Entre las posibles opciones de manejo sustentable se considera el uso de cultivos asociados con de plantas con efecto repelente a plagas, entre las que se encuentra el cempaxochitl

(*Tagetes erecta* L). En los últimos años, la flor de cempaxochitl ha denotado muchas de sus funciones tanto en la industria como en el comercio florícola; cuenta con propiedades insecticidas, nematocidas y fungicidas gracias a los compuestos tiofenos en sus tejidos. Esta especie también es una gran atrayente de enemigos naturales para el trips, entre los cuales se han observado individuos pertenecientes a los géneros de *Orius* spp. y *Chrysoperla* spp. (Vázquez-García *et al.*, 2002).

Por las razones antes expuestas, surge de manera interesante utilizar a esta especie con otros cultivos, ya sea en forma de extractos, maceraciones, infusiones y aceites esenciales; su incorporación al suelo como restos o abonos verdes, o bien de una manera de cultivo asociado, intercalado o policultivo (Vazquez y Vazquez, 2007; Castro *et al.*, 1990); en diferentes hortalizas y en especial en aquellas en las que se busca la sustentabilidad de nuevas áreas como el valle de Toluca. Por lo que el propósito de este trabajo es cuantificar el efecto repelente/atrayente de *Tagetes erecta*, solo y en asociación con *Physalis philadelphica* para cuantificar las poblaciones de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci*.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Cuantificar el efecto de repelencia y/o atracción de cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L), solo y en asociación con tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), en trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAMéx en la zona de El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca,

Objetivos específicos

- a) Determinar el efecto del cultivo de cempaxóchitl en las poblaciones de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* en los diferentes tratamientos del experimento.
- b) Estimar el área bajo la curva de los dos insectos en tomate de cáscara solo y asociado con cempaxóchitl.
- c) Evaluar el rendimiento de tomate de cáscara en campo, solo y asociado con cempaxóchitl.

II. HIPÓTESIS

El establecimiento de la asociación de tomate de cáscara y cempaxóchitl disminuyen la población de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* y por ende los daños que causan al cultivo de tomate de cáscara.

III. JUSTIFICACIÓN

En cuanto a superficie sembrada el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) ocupa el quinto lugar, solo superado por chile *Capsicum annuum* L., papa *Solanum tuberosum* L., jitomate *Lycopersicon esculentum* P. Mill. (*Solanum lycopersicum* L.) y cebolla *Allium cepa* L. (SIAP, 2017). Su producción se ve afectada por varios factores, tales como plagas, enfermedades y la maleza, que llegan a causar serios daños a los cultivos hortícolas por competir fuertemente por luz, agua, nutrientes y espacio, así como por ser hospederas de plagas y enfermedades y en algunas ocasiones por inhibir el crecimiento a través de exudados alelopáticos radicales (Díaz y Pérez, 2005). *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* son plagas que afectan altamente el rendimiento del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis Philadelphica*), en esta tesis se estudiarán los resultados de la asociación del cultivo de tomate de cáscara con el cultivo de cempaxóchitl para determinar la efectividad de la asociación de estos dos cultivos.

Su control se ha basado con el uso de plaguicidas de origen sintético con repercusiones en el posible desarrollo de resistencia y de forma colateral la contaminación del agroecosistema y poco se conoce del uso de estrategias de menor impacto, por lo que en el presente trabajo se pretende estudiar la planta de cempaxochilt como repelente natural.

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Tomate de cáscara

4.1.1 Importancia

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) es una especie originaria de México, se conoce como “tomatillo”, “tomate verde”, “tomate de cáscara” o “tomate de fresadilla”. En 2017 se sembraron 43,172.56 ha en México con un rendimiento promedio nacional de 17.91 t ha⁻¹ (SIAP, 2019). La importancia de esta hortaliza se debe a su alto consumo en México y a su exportación a Estados Unidos de América y Canadá. A pesar de la superficie dedicada a su cultivo, en México el rendimiento medio nacional es considerado bajo (Santiaguillo *et al.*, 2004),

Los principales estados productores son Sinaloa, Puebla, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Michoacán y Estado de México; este último, destinada para su cultivo una superficie cultivada de 2394.21 hectáreas. Entre los municipios con mayor participación en el Estado de México, por orden de producción, son Luvianos, Ixtlahuaca, Tepetlixca, Atlautla, Ozumba y Tenango del Aire (SIAP, 2019).

La variabilidad genética, tanto en el tomate silvestre como en el domesticado, no se refleja en el incremento potencial de su cultivo, pero existe potencial de producir (40 t ha⁻¹) esto debido a una actividad agronómica limitada por el uso de variedades nativas de bajo rendimiento y sistemas de producción ineficientes, escasez de agua de insumos agrícolas y de semilla de baja calidad (Peña y Santiaguillo, 1999)

4.1.2 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheophyta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis philadelphica*

Fuente: NCBI (2019).

4.1.3 Características botánicas

Es una planta herbácea erecta y ramificada, tallos y ramas sin pubescencia. Las hojas están constituidas en peciolos de 0.4 a 6.5 cm de largo, ovadas, de 2 a 8.2 cm de largo por 1 a 6 cm de ancho, ápice agudo a ligeramente acuminado, con márgenes irregularmente dentados, con 2 a 6 dientes en cada lado y base atenuada.

La flor posee un pedúnculo de 0.7 a 1.0 cm de largo; lóbulos del cáliz de forma ovada, de 0.7 a 1.3 cm de largo, con pubescencia ligera. La corola es de color azul-verdoso que no contrastan

fuertemente, o bien, manchas de color morado; anteras azules o de color azul-verde, de 2 a 3.5 mm de largo, generalmente retorcidas después de la dehiscencia. El cáliz llega a medir de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6 cm de diámetro, pedúnculos de 0.6 a 1 cm de largo.

Las semillas son de contorno obovado (ancho por el ápice), oval, reniforme o circular, de 1.1 a 2.3 mm de largo y 1.2 a 2.3 mm de ancho, comprimidas, casi planas, superficie reticulada – foveola reticulada, color amarillo a café (Conabio, 2017; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

4.1.4 Métodos y densidad de siembra

Para la siembra se mencionan dos métodos y son:

- 1) Siembra directa. En este método la semilla se deposita en la parcela en donde se desarrollará hasta el día de su corte, la siembra es a un costado del surco poniendo de dos a tres semillas cada 15 centímetros.
- 2) Trasplante. Cuando la plántula presenta una altura promedio de 8 a 10 centímetros, estará lista para sacarla del almacigo; para esto se requieren cajas de cartón o madera, y transportarla al lugar del establecimiento definitivo. Una vez realizado el trasplante, se procede al riego para aflojar el suelo y así las plántulas se desarrollan sin dificultad, evitando daños que se pudieran ocasionar a la raíz (ICAMEX, 2014).

4.1.5 Requerimientos edafológicos y climatológicos

El pH recomendado para un buen desarrollo de las plantas es de 6.0 a 7.0 (Digfineart, 2017).

El suelo que requiere este cultivo es del tipo arcillo-arenoso, con disponibilidad de riego en regiones donde la humedad no es la suficiente para el desarrollo del cultivo (Castillo, 1990).

Los requerimientos climáticos son nivel adecuado de temperaturas para la germinación del tomate de cáscara que es de 20 a 30 °C (Ayala, 1992). Las temperaturas óptimas para su desarrollo oscilan entre 20 a 25°C; con temperaturas 30°C afectaron el crecimiento de las plantas y puede cesar a los 40. En la floración se requiere temperaturas de 30 a 32 °C, mayores de 32 pueden provocar deshidratación del tubo polínico, provocando una polinización incompleta y frutos mal formados (Castillo, 1990).

La humedad es más requerida en las etapas de germinación y emergencia. Se requiere mas humedad cuando se realiza siembra directa. En la etapa de trasplante es exigente con respecto a la siembra. El resto del ciclo, incluyendo la floración, necesita de un 60% de la capacidad de campo. En condición de sequía del suelo, el tomate tiende a emitir rápidamente flores, se acelera la maduración de frutos pequeños, disminuye el número y algunos se deforman tomando sabor acido (Ibídem, 1994).

4.1.6 Fenología de tomate de cáscara.

a) Germinación. Generalmente este proceso se realiza en charolas o en almácigos para posteriormente trasplantar al terreno en el cual se vaya a establecer el cultivo (Hydroenvironment, 2017).

b) Crecimiento y desarrollo. El tomate de cascara tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días después de ser trasplantado, cuando alcanza una altura de 90 centímetros la planta sigue

creciendo lentamente y puede llegar a crecer poco más de un metro (erguida), esto sucede de los 70 días, después la planta empieza a envejecer hasta su muerte (ICAMEX, 2014).

C) Floración. La diferenciación de las yemas florales se lleva a cabo entre los 17 y 20 días después del trasplante, las primeras flores aparecen entre los 28 y 30 días por etapa en la que cuenta con 6 flores; después se logra una gran producción de éstas, a los 52 días se tienen cerca de 125 flores; y posteriormente disminuyen considerablemente. Del total de flores (alrededor de 125), solo el 40% son polinizadas e inician la elongación del cáliz y ovario, pero de estas, solo el 28 a 30% llegan a cosecharse en madurez, de tal manera que de 50 frutos cuajados solo 14 o 15 son cosechados (ICAMEX, 2014).

d) Polinización. En esta planta no es posible la autofecundación debido a la autoincompatibilidad gametofítica que presenta. La polinización solamente puede llevarse a cabo de manera cruzada, generalmente por insectos (Ibídem, 1998).

e) Fructificación. El cuajado de los frutos se da a los 33 días y a los 42 días se inicia la formación del cascabel (cáliz que cubre el ovario), con ello se inicia la fructificación y dentro de él se desarrolla un fruto pequeño bien definido. Es normal que, del cuajado de los frutos a la maduración de los mismos, transcurran aproximadamente de 20 a 22 días; la producción comercial se obtiene de los primeros cuatro y siete entrenudos (ICAMEX, 2014).

Cultivo de Tomate de cascara

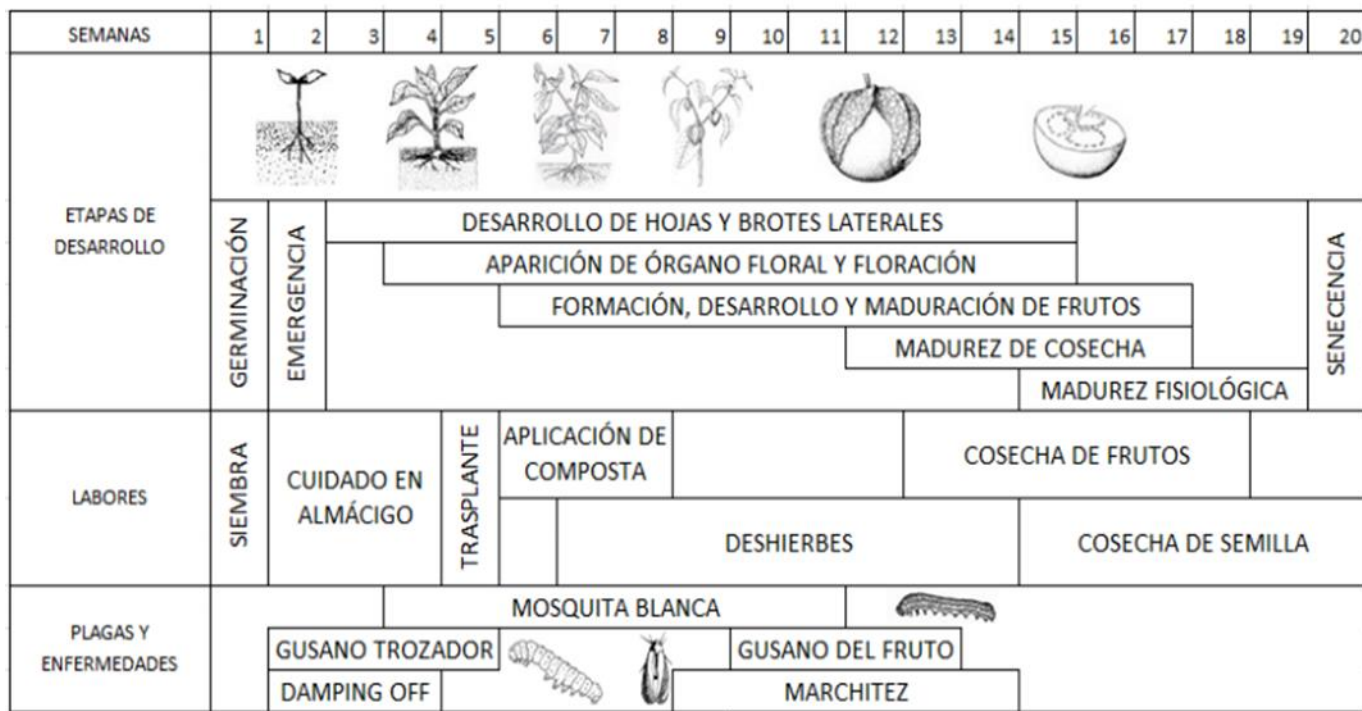


Figura 1. Fenología del tomate de cáscara (Tomada del Componente de Agricultura Familiar Periurbana de Traspatio (SAGARPA, 2014)).

4.1.7 Principales plagas que lo dañan

Tener conocimiento sobre la fenología de algún cultivo permite saber qué y cuales prácticas preventivas y oportunas se debes realizar para ser más eficiente la producción.

- Pulgón verde, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). El adulto llega a medir de 1.5 a 2.5 mm de longitud, de cuerpo oval, negro brillante, antenas y patas color café-anaranjado, con el fémur posteriormente engrosado, adaptado para realizar saltos. El daño que ocasiona es que el adulto se alimenta de hojas y brotes tiernos, retrasando el crecimiento y la defoliación disminuye la producción (ICAMEX, 2014).
- Polilla del tomate (*Tuta absoluta*). Este lepidóptero se reporta presente en países europeos tiene una gran capacidad reproductiva, produciendo entre 40 – 50 huevos durante su ciclo de vida, sin presentar descanso invernal. El daño que se produce en la planta de tomate se origina cuando las larvas penetran en hojas, tallos o frutos para alimentarse, originando galerías que necrosan con el tiempo (Bermejo, 2011).
- Minador de la hoja, *Liriomyza trifolii* (Diptera:Liromyzidae). Sus larvas causan minas en forma de espiral dentro de las hojas, un ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan, ocasionando la defoliación de la planta, ya que la distribución del insecto es muy homogénea (ICAMEX, 2014).
- Paratrioza, *Bactericera cockerelli*. El adulto mide 1.6 mm de largo por 0.7 de ancho, de color café grisáceo. La Paratrioza se alimenta de la savia de las plantas al succionar el floema con su aparato picador-chupador, inyectando una sustancia toxica con la saliva, actuando también como vector de fitoplasmas o bacterias restringidas al floema (ICAMEX, 2014)

- Gusano del fruto, *Heliothis suflexa* Genée (Lepidoptera: Noctuide). Es una palomilla de color amarillo pajizo, mide de 2.0 a 2.5 cm de longitud y 35 mm de expansión alar. Los daños son ocasionados por las larvas, que atacan las yemas terminales y más tarde penetran a los frutos, el daño principal es el fruto y causa pérdidas importantes y daña los frutos del tomate (ICAMEX, 2014).
- Trips de las flores, *Franklinella occidentalis* Pergande. Se encuentra en las flores y se eleva la población cuando el cultivo está en plena floración. El daño lo ocasiona al alimentarse, además es importante vector de enfermedades. Por su tamaño pequeño es difícil detectarlos, hay que sacudir las yemas y flores sobre la palma de la mano para observar su presencia (Koopert Biological Systems, 2017).
- Mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleurodydae). Se observan durante todo el año, causa daño al cultivo aun cuando la población solo son adultos para la puesta de huevos, mayormente en las partes jóvenes de la planta, la mosca blanca tiene la capacidad de transmitir virus (Koopert Biological Systems, 2017).

4.2 Control de plagas

El control tanto de *Frankliniella occidentalis* como de *Bemisia tabaci* es mayormente químico ya que son plagas que rápidamente rebasan el umbral de daño, algunos tipos de control implementados para reducir su presencia son:

Manejo integrado de malezas y podas

Se deben implementar medidas culturales como son el evitar transportar malezas en las plántulas de siembra, aplicar deshierbes manuales o con machete, acciones mecánicas como una adecuada preparación de suelos, uso de guadañas o rozadoras, en casos extremos, medidas de manejo químico, con el uso de herbicidas seleccionados dependiendo al tipo y porte de las malezas a tratar. Las podas fitosanitarias y de mantenimiento referidas al corte y eliminación de ramas y hojas enfermas y secas que quedan después de las cosechas o luego de un ataque de enfermedades o plagas.

4.2.1 Manejo de trips

Manejo de *Frankliniella occidentalis*. Usar únicamente productos químicos permitidos de las categorías toxicológicas II, III o IV. Usar los II o III cuando los ataques son altos y los estándares fenológicos del cultivo son críticos, como por ejemplo en pleno desarrollo vegetativo o floración, o cuando hay umbrales de acción (UA) son superiores a 6 trips por terminal. En estados fenológicos como fructificación o cosecha, se recomienda de ser necesario un manejo químico, con productos de categoría toxicológica III o IV. Con niveles inferiores al umbral de acción (6 trips por terminal), sin embargo, es mejor no implementar medidas de control químico. Para el manejo químico de la plaga se recomienda usar los siguientes ingredientes activos: Spinetoram, Spinosad, Lambda Cihalotrina, Imidacloprid, Fipronil, Abamectina, Clorfenapir, Dimetoato, Aceite mineral (Cleveland et al. (2001) y Workman & Martin (2002)).

Con respecto a control biológico de trips se recomienda realizarlo por debajo del umbral de acción, se recomienda implementar un manejo preventivo, basado en el monitoreo frecuente y la aplicación de productos de origen orgánico y biológico, a continuación se menciona algunos que han demostrado ser eficaces bajo un manejo integrado adecuado como; *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecani*, *Paecylomyces lilacinus*, *Matarhizium anisopliae*, Aceites vegetales, extracto de ajo y ají, extracto de neem, extracto de cempaxóchitl. (Ideas biológicas, 2017). Aguilar y Almendarez (2018) recomiendan el uso de extractos botánicos a base de chicalota (*Argemone mexicana* L.)

Se recomienda de igual manera, como practica de manejo integrado aplicar productos que estimulen el vigor y desarrollo de las plantas, de igual manera recomendados para reducir las condiciones de estrés que causa a la planta cualquier evento fitosanitario, dentro de los productos recomendados para buscar este efecto se recomiendan productos con aminoácidos, algas marinas, inoculantes biológicos de suelos (*Trichoderma* spp.), las dosis y recomendaciones de aplicación se debe ajustar según el estados fenológico de la planta al momento de la aplicación, generalmente especificadas en la etiqueta de los productos. De igual manera se pueden trabajar con liberaciones en campo de insectos depredadores como el acaro *Amblyseius cucumeris* y *Amblyseius barkeri* (Acari: phytoseidae), chinches como *Orius perpunctatus* (Hemiptera: Anthocoridae), catarinas (Mariquita) y crisopas, *Chrysoperla externa*, las recomendaciones para liberar biocontroladores se deben realizar basadas en aspectos técnicos como incidencia y severidad de las plagas en campo, época y forma de liberación (Cáceres, 2011).

4.2.2 Manejo de mosquita blanca

En el control de mosquita blanca, *Bemisia tabaci*, se deben de iniciar con aplicaciones foliares de insecticidas cuando aparezcan las primeras ninfas de mosca blanca (estados inmaduros) en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, utilizar productos de baja toxicidad (categoría toxicológica III y IV). Se requiere programar las aplicaciones para disminuir el impacto ambiental y así evitar residuos de insecticidas en el producto cosechado. Los insecticidas más comúnmente utilizados para esta plaga son los que están hechos a base de organofosforados y cloronicoides (CONtexto ganadero, 2018)

Control biológico para *Bemisia tabaci*. El control se realiza por medio de los enemigos naturales de la plaga, como son:

- Parasitoides, donde se destacan *Amitus fuscipennis* (Hymenoptera: Platygasteridae) y *Encarsia* spp. (Hymenoptera: Aphelinidae).
- En cuanto a hongos entomopatógenos se indica el uso de *Verticillum lecanii*.
- En cuanto a depredadores se menciona a *Delphastus pusillus* (Coleptera: Coccinellidae)

En el control biológico son recomendables estas especies para prevenir la incidencia de mosca blanca.

4.3 Uso de repelentes

Control etológico. Las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen

efectos similares conocidos como semioquímicos (Karg y Suckling, 1997). Estos compuestos son “sustancias que son secretadas hacia el exterior por un individuo y recibidas o detectadas por un segundo individuo de la misma especie, en el cual se genera una reacción específica, por ejemplo, un comportamiento definido o un proceso de desarrollo” (Karlson y Lüscher, 1959). Asimismo, en el mismo concepto se incluyen relaciones de comunicación química entre individuos de diferente especie, entre un organismo y un vegetal, o entre algún individuo y un factor físico (color, sonido) u objeto. La aplicación más común de semioquímicos está involucrada en el monitoreo de la presencia, distribución, densidad y/o dispersión de una plaga (Howse *et al.*, 1998); sin embargo, cada vez es más utilizada para el control (Karg y Suckling, 1997), especialmente en agricultura orgánica. Además de las feromonas, existen otros semioquímicos (alomonas, sinomonas y kairomonas) que cumplen funciones diferentes como por ejemplo atracción floral para polinización (Millar y Cowles, 1990). La experiencia más exitosa en el control en predios orgánicos ha sido con feromonas sexuales e interruptoras del apareamiento (Inscoc *et al.*, 1998). Aunque se han identificado miles de feromonas sexuales y cientos de otras feromonas (Arn *et al.*, 1992; 1998), estos tipos de productos se han estudiado relativamente poco en México. Uno de los ejemplos conocidos es el amplio uso de feromonas de interrupción del apareamiento ([E][Z]-4-tridecen-1yl acetato) para control de gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) en predios orgánicos y convencionales de tomate del noroeste de México (Lamas *et al.*, 2003).

Asociación y rotación de cultivos. La asociación de cultivos promueve la diversidad de enemigos naturales. El establecimiento de diferentes cultivos asociados en un predio es una práctica que antes de la agricultura extensiva moderna se realizaba en forma normal por nuestros antepasados americanos (Loya-Ramírez *et al.*, 2003; García-Hernández *et al.*,

2003). En agricultura orgánica la asociación y rotación de cultivos cumple múltiples funciones al controlar maleza, plagas y enfermedades (Kristensen, 1999), independientemente del papel que esta práctica cumple en el balance de nutrientes (Asdal y Bakken, 1999), especialmente en la fijación y aprovechamiento de nitrógeno (Jones y Harris, 1999; Lodges *et al.*, 1999). De acuerdo con Davidson y Lyon (1992), los sistemas de monocultivo tienden a incrementar una plaga del cultivo, mientras que recientemente se ha propuesto y soportado con evidencias, que los agroecosistemas en asociaciones proporcionan un control de plagas en forma natural (Ekesi *et al.*, 1999; Khan *et al.*, 2000; Sekamatte *et al.*, 2002), debido en parte a que los enemigos naturales suelen requerir hospedantes alternos para reproducirse (Davidson y Lyon, 1992). Numerosos reportes evidencian la utilidad de los cultivos intercalados con el cultivo de importancia comercial para disminuir la incidencia de diversas plagas en este último (Altieri y Letourneau, 1982; Risch *et al.*, 1983; Baliddawa, 1985; Trenbath, 1993). Los agroecosistemas complejos pueden incrementar la incidencia de agentes de control biológico (Huffaker y Messenger, 1994a); dentro de cada ecosistema, una especie en particular encuentra una posición de equilibrio dinámico determinada a diferentes niveles de densidad de población, y el equilibrio de una población particular puede ser manejada modificando la diversidad de tal ecosistema (Doutt y DeBach, 1964; Huffaker y Messenger, 1994).

Cuadro 1. Ejemplos de plantas repelentes a plagas y patógenos.

Nombre	Repelente contra	Cultivos
Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i>)	Gorgojos, ácaros, gusanos	Maíz
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	Nematodos, hongos y bacterias	Zanahoria
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	Mosquitos, moscas, chinches	Tomate
Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>)	Pulgones, chinches, gusanos	Papa, coliflor
Flor de muerto (<i>Tagetes erecta</i>)	Nematodos, virus	Tomate, coliflor, frutilla, papa
Ortiga (<i>Urtica dioica</i>)	Pulgones	Cítricos, papa
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Chinches	Zanahoria, col
Yerbabuena (<i>Mentha viridis</i>)	Pulgones	col

Fuente: Silvia *et al.* (2002).

4.3.1 Cempaxóchitl como planta repelente y asociada

Cempaxóchitl es una palabra de origen náhuatl de la época prehispánica para referirse de forma genérica a un grupo de plantas con características en común, como son: flores vistosas por su forma, tamaño, con diversidad aromática y de colores llamativos como amarillo, anaranjado y rojo; tales características específicas le facilitaron al hombre prehispánico la identificación y clasificación, así mismo investigar en esta época la actividad de sus extractos según la parte vegetativa de la planta (Serrato-Cruz, 2004).

Cuadro 2. Actividad biológica de los extractos de *Tagetes erecta* L. sobre diferentes microorganismos o tejidos de mamíferos

Parte estudiada	Disolvente	Actividad biológica
Parte meristemática	Etanol-agua	Antibacteriana (<i>Bacillus subtilis</i>)
Parte meristemática	Etanol-agua	Antibacteriana (<i>Micrococcus luteus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>)
Parte aérea	Etanol-agua	Insecticida (<i>Rhodnius meglectus</i>)
Hoja	Agua	Inhibición de la germinación (semillas de <i>Cuscuta reflexa</i>)
Hoja	Agua	En plantas antifúngicas (<i>Fusarium oxysporum</i>)
Hoja	Etanol 959	Antibacteriana (<i>Bacillus cereus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)
Hoja	Acetona	Antifúngico (<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. niger</i> , <i>Curvularia</i> sp., <i>Fusarium solani</i>)
		Inhibe el crecimiento del mosquito (<i>Culex quinquefasciatus</i>)
Raíz fresca	Metanol	Anticrusática (<i>Artemia salina</i>)
Raíz fresca	Metanol	Foto tóxica (<i>Staphylococcus aureus</i>)
Brotos frescos	Agua	Antiparkinson

Fuente: Ramos (1987); Lara y Márquez (1996); Baute (1982); González (1993) y Hernández, (1999).

Las inflorescencias de cempaxochitl (*Tagetes erecta* L.) son fuente importante de xantofilas (Sreekala y Raghava, 2003; Kumar *et al.*, 2004). Para aumentar el rendimiento en peso de inflorescencias y el contenido de xantofilas se ha estudiado la nutrición vegetal, densidad de plantación, control de plagas, control de patógenos, control de maleza, sistemas de riego y mejoramiento genético (Rao *et al.*, 2002; Sreekala y Raghava, 2003; Kumar *et al.*, 2004).

Además del uso industrial y tradicional, el cempaxochitl es reconocido por sus propiedades antagonistas (Chang *et al.*, 1975; Morallo y Decena, 1984; Morallo, 1987), por lo que se le considera como una alternativa potencial en el manejo de plagas y enfermedades (Morallo, 1987; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1995; Montes y García, 1997).

La asociación de cultivos con *Tagetes* spp. Se ha llevado a cabo básicamente para el manejo de nematodos. En invernadero, al plantar jitomate con *T. erecta* redujo ligeramente el número de agallas causadas por *Meloidogyne incognita* (El-Hamawi y Mohamed, 1990), y al plantar jitomate con *T. minuta* L. fue menor el número de agallas y número de juveniles de *M. javanica* (Owino y Mousa, 1994) y *Meloidogyne* spp. (Owino y Waudu, 1995). También, al asociar *Tagetes* spp. con rosa (*Rosa hybrida*) o pepino (*Cucumis sativa* L.), la población de *Pratylenchus* spp. fue menor (Lung *et al.*, 1997). En campo, la asociación de jitomate con *T. erecta* indujo una reducción de la población e infección (66 a 76%, con respecto al testigo) por *Nacobbus aberrans* (Gómez-Rodríguez, 1991; Zavaleta-Mejía y Ochoa, 1992; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1993 y 1995).

La asociación de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) o pepino con *T. patula* L., redujo la población de varias especies de nematodos en comparación con el unicultivo, y sin diferencias en cuanto a la diversidad de la nematofauna (Powers *et al.*, 1994). En frutales, al intercalar *T. patula* con mora (*Morus rubra* L.) se disminuyó el número de agallas por planta (70%) y el número

de masas de huevecillos de *M. incognita* por gramo de raíz (50%) en comparación con el unicultivo (Govindaiah *et al.*, 1993); *T. patula* o *T. erecta* intercalado con durazno redujo la población de *Criconemella xenoplax* (Whittington y Zehr, 1992), y *T. erecta* intercalado con plátano redujo las poblaciones de *Radopholus similis* (Subramaniyan y Selvaraj, 1990; Supratoyo, 1993; Charles, 1995), *Meloidogyne goeldi*, *Pratylenchus filipjev* (Supratoyo, 1993), *Helicotylenchus multicinctus* (Charles, 1995; Charles *et al.*, 1996), *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, *M. incognita* y *Hoplolaimus indicus* (Charles, 1995).

En campo, la asociación de jitomate o chile (*Capsicum annum* L.) con *T. erecta* abatió la población de insectos transmisores de virus (áfidos alados, 83 a 99%; mosquitas blancas, 31 a 50%, con respecto al testigo), y en consecuencia hubo un número menor de plantas con síntomas de virosis (Castro *et al.*, 1990; Gómez-Rodríguez, 1991; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1993, 1995; Chew-Madinaveitia *et al.*, 1995).

En asociación con col (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), permitió un mejor manejo de la palomilla de la col *Pieris rapae* L. (Ferguson y Barratt, 1993); con tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) hubo una menor población de larvas de *Heliothis armigera* (*Helicoverpa armigera*), ya que el insecto prefirió las plantas de *Tagetes erecta* L. para la oviposición (Patel y Yadav, 1992); con frijol hubo un menor número de insectos, aunque no de *Epilachna varivestis* (Vázquez-Villagran, 1994). Así mismo, en el cultivo de jitomate se ha observado un menor daño en el follaje (80 a 93%, con respecto al testigo) y fruto (70 a 75%, con respecto al testigo) por tizón temprano inducido por *A. solani* (Zavaleta-Mejía y Gómez, 1995). También, Rojas-Martínez *et al.* (1994) encontraron un menor daño foliar por *A. solani* en las plantas de jitomate asociado con *T. erecta*. Gómez-Rodríguez *et al.* (2001), indican que esta

reducción en el daño foliar por *A. solani* está relacionado con un efecto de barrera física del cempaxóchitl a la dispersión de los conidios y al microambiente.

4.4 Cultivo de cempaxóchitl

4.4.1 Morfología

El cempaxóchitl es una planta herbácea anual, erecta, aromática, de tallos estriados con hojas pinnadas, la flor es un capítulo solitario, su inflorescencia contiene numerosas flores individuales de tipo tubulado o ligulado, estas inflorescencias presentan diferentes morfologías: tipo pompón o doble, todas sus flores individuales liguladas; tipo sencillo o margarita, hilera de flores liguladas en la periferia del capítulo y con un gran número de flores individuales (Serrato-Cruz, 2006).

Figura 2. Morfología de *Tagetes erecta* L.



Fuente: Garden Atlas (2020).

4.4.2 Producción

Anualmente alrededor de 615,000 toneladas de cempaxochitl se producen a nivel nacional para su distribución y comercialización, los principales estados que participan en la producción de esta especie son Ciudad de México, Hidalgo, México, Michoacán, Puebla y Veracruz (SIAP, 2017); la importancia de su producción radica principalmente en el aspecto cultural y tradicional mexicano para las festividades alusivas a día de muertos, además de un importante uso en la industria, alimentaria, avícola, farmacéutica y textil, para la fabricación de pastas para sopas, margarina, bebidas; e incluso tiene utilización en áreas agrícolas sobre todo en producciones orgánicas y amigables con el medio ambiente que por sus propiedades insecticidas, bactericidas, fungicidas y nematocidas es usado en forma de aceites esenciales y extractos de macerados e infusiones para el control (Vázquez y Vázquez, 2007).

4.4.3 Siembra

El cempaxochitl puede adaptarse desde los 0 hasta 4,500 msnm, no es una planta exigente en cuanto al clima, se adapta a climas semi cálidos, templados o cálidos secos, siempre que el periodo de siembra esté libre de heladas y con agua suficiente para su desarrollo. El cultivo de cempaxochitl se puede desarrollar en diferentes tipos de suelos por ser una especie rustica y no exigente, sin embargo, se recomiendan suelos francos por su manejabilidad y características físico-químicas que posee (Vázquez *et al.*, 2002).

Por los usos e importancia del cempaxochitl se consideran tres tipos de cultivo diferentes que son: cultivo para cosecha de capitulo, cultivo para flor de corte y cultivo en maceta. El cultivo para flor de corte a diferencia de los otros dos tipos se establece preferentemente en almacigo en el mes de junio para posteriormente realizar un trasplante en el mes de julio a los 25 o 30 días a partir de la geminación, cuando la plántula alcanza una altura entre 12 a 15 centímetros; el corte de flor suele darse en la última semana de octubre, de esta manera se logra una oportuna comercialización de cempaxochitl como flor de corte para las festividades de muertos (Vázquez-García *et al.*, 2002).

Por la época de siembra este tipo de cultivo no requiere riegos establecidos ya que aprovecha la época de lluvias. Las variedades cultivadas generalmente son *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*; las semillas tanto de estas variedades como las de algunos otros cultivares se obtienen de sus flores en plena madures con el secado por manojos (Vázquez-García *et al.*, 2002).

Para el establecimiento del cultivo, el surcado deberá estar a una distancia de 1.0 a 1.2 metros para siembras de una hilera y de 1.4 a 1.6 metros para doble hilera esto con el fin de tener

una buena aireación, penetración de rayos solares y la facilidad de prácticas de cultivo (Vázquez-García *et al.*, 2002).

4.4.4 Cosecha

La cosecha para flor de corte se realiza de forma manual con ayuda de tijeras curvas, haciendo un primer corte a los 70 días del trasplante en climas cálidos, al observar un 30 % del total de flor con capítulos ya abiertos; teniendo cuidado de no maltratar nuevos brotes o próximos botones para poder realizar un segundo corte 15 días después, cuyo corte es el de mayor importancia económica. Al finalizar el corte de flor es importante mantener en hidratación los tallos para evitar perder la turgencia (Vázquez-García *et al.*, 2002).

4.4.5 Plagas

Dentro del cultivo de cempaxochitl sus principales plagas son: Diabrotica (*Diabrotica balteata*), gusanos trozadores (*Agrotis* spp.), frailecillo (*Macroductylus mexicanus*); estas plagas no reducen en el cultivo, ya que su incidencia no pasa el umbral económico y por sus propiedades químicas no es afectado el cultivo de cempaxúchitl (Vázquez-Rodríguez *et al.*, 2007).

Por su propiedad contra plagas, algunos productores siembran una temporada o ciclo flor de cempaxochitl en cultivos de piña, fresa, papa y en general en áreas hortícolas como florícolas según Serrato-Cruz (2004), documenta que tras sembrar en un terreno fértil cempaxóchitl controla la plaga de gallina ciega además de detectar propiedades como repelente de hongos.

4.4.6 Enfermedades

Este cultivo puede presentar como enfermedad a la cenicilla polvorienta que es causada por *Oídium* spp., mancha foliar causada por *Alternaria zinniae*. Estas enfermedades pueden manejarse con fungicidas preventivos en almacigo; sin embargo, se puede emplear la planta misma para el control tanto de plagas como enfermedades bacterianas y fúngicas, con aceite esencial y extracto de *Tagetes erecta* (Vázquez-García *et al.*, 2002).

Marchitez y pudrición del tallo (*Phytophthora cryptogea*). Los síntomas que ocasiona este hongo es marchitamiento del follaje, en los tallos aparecen áreas negras y hundidas que se extienden de la corona hasta algunos centímetros arriba de la superficie del suelo, las raíces y las semillas también pueden ser podridas, las plantas mueren en la tercera semana después de que ocurre la infección (Romero-Coba, 1996).

Moho gris (*Botrytis* spp.). Los síntomas que causa en hojas son cambio de color a bronceados, con la aparición de un moho gris sobre ellas, la mancha de la hoja causa puntuaciones negras o grises de forma irregular u oval sobre el mesófilo foliar (Méndez-García, 2009).

Mildiu (*Plasmopara* spp.). Inicialmente, los síntomas en las hojas es la aparición de pequeñas manchas color amarillo pálido, las cuales muestran bordes indefinidos sobre el haz de las hojas, en tanto que el envés (y directamente debajo de las manchas), aparece un crecimiento algodonoso (Agrios, 2005).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del ensayo

El trabajo experimental se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), que se localiza en el Campus Universitario El Cerillo, a 18 km de la Ciudad de Toluca, México; a 19°24'.598'' Latitud Norte y 99°41'.418'' Longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 2,606 m. El clima predominante es de tipo C (w2) (w) b (i), que de acuerdo con la clasificación climática de Köppen corresponde a un templado subhúmedo con lluvias en verano y poca oscilación térmica, la precipitación media anual es de 900 mm, con una temperatura media anual de 14.7 °C. El tipo de suelo predominante es vertisol pélico de origen volcánico con bajos contenidos de nitrógeno y materia orgánica (Martínez y Quiroz, 2009).

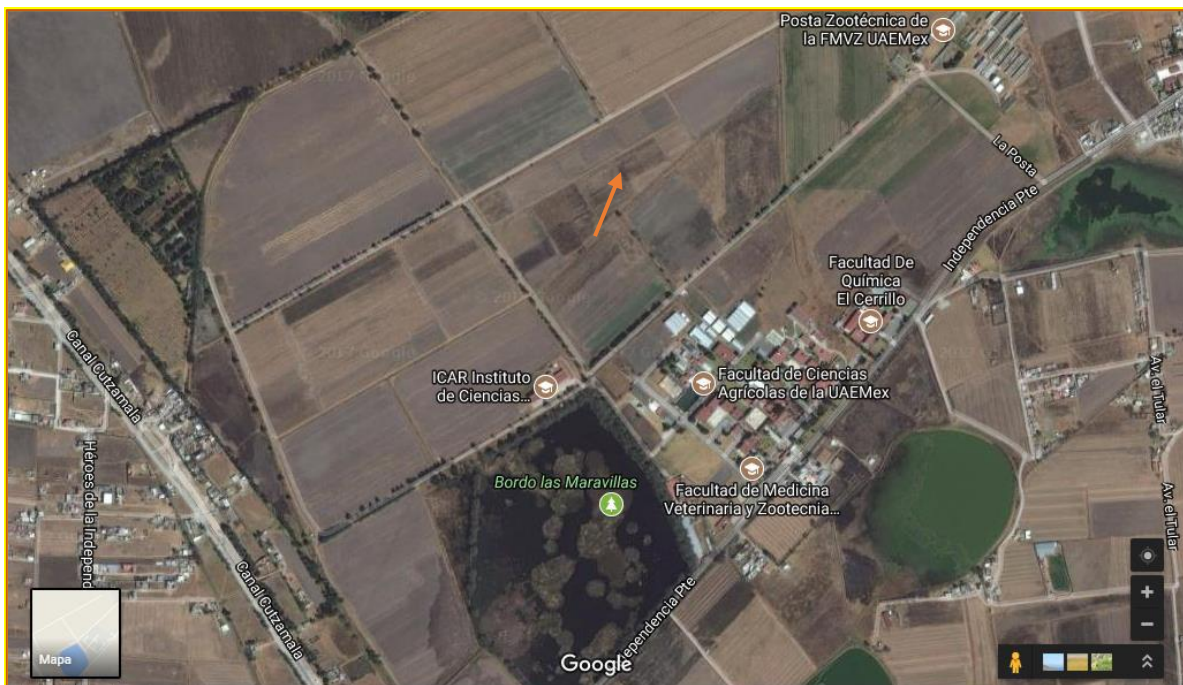


Figura 3. Localización del experimento

Fuente: Google Earth (2020).

Durante el desarrollo del ensayo se registro la precipitacion y temperatura promedio durante todo el ciclo del cultivo, con los datos obtenidos de la estación meteorológica automática Pegasus modelo EP201GSM/GPRS que se encuentra ubicada en las inmediaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas.

5.2 Material vegetal

Se utilizó plántulas de tomate de cáscara tipo manzano procedentes de Ixtlahuaca y plántulas de cempaxochitl criollo del municipio de Calimaya.

5.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro tratamientos y diez unidades experimentales, que originan un total de 40 unidades experimentales. La unidad experimental fue de 12 m² y en cada una se colocó una trampa para la captura de trips y mosca blanca.

5.4 Tratamientos

Los tratamientos utilizados en el presente ensayo se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos del diseño experimental.

Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Tomate de cascara en unicultivo	Asociación de tomate de cáscara-cempaxochitl	Asociación de tomate de cáscara-cempaxochitl	cempaxóchitl en unicultivo

* La diferencia entre T2 y T3 fue la localización de los mismos.

El método de siembra en tomate de cáscara sin asociar consistió en establecer el cultivo de tomate de cáscara a una distancia 1.5 m de separación de la parcela con asociación. La siembra en tomate de cáscara asociado con cempaxochitl consistió en: 2 surcos de cempaxóchitl seguido de 4 surcos de tomate de cáscara, seguido por 2 surcos de cempaxóchitl, 4 de tomate de cáscara y 2 finales de cempaxochitl. De este tratamiento se implementaron dos repeticiones separadas por 1.5m de barrera de maíz.

Para el caso del cempaxóchitl sin asociar, la parcela se estableció a una separación de 10 m del resto de las parcelas de los demás tratamientos.

5.5 Establecimiento del ensayo

El terreno se barbechó a inicios del mes de diciembre de 2018, con dos pasos de rastra durante el mes de enero de 2019. El surcado se realizó en el mes de abril, a una distancia de 1 m entre surcos. El trasplante del tomate de cáscara y cempaxóchitl se realizó el 20 de abril del 2019 (= 0 DDS). La distancia entre plantas para el cempaxóchitl fue de 0.20 m mientras que la separación entre planta de tomate de cáscara fue de 0.40 m en los tres tratamientos establecidos. Se realizó una fertilización de fondo con Urea (46-00-00) y DAP 18-46-00; las labores culturales fueron manuales, no fue necesaria la aplicación de un sistema de riego puesto que las condiciones climáticas y la temporada de lluvias fueron favorables para evitar riego adicional, durante el ciclo de cultivo no se utilizaron pesticidas para el control de insectos plaga y enfermedades para no segar el propósito del estudio.

Cuadro 4. Tratamientos utilizados en el ensayo de bloques al azar con 10 unidades experimentales.

Bloque	T1 (tomate solo)	T2 (tomate con barrera cempaxóchitl)	T3 (tomate con barrera cempaxóchitl)	T4 (cempaxóchitl)			
1	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
2	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
3	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
4	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
5	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
6	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
7	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
8	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
9	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4
10	T1	Maíz	T2	Maíz	T3	Maíz	T4

5.6 Variables de estudio

Para cuantificar la densidad de población de los insectos plaga en cada tratamiento, se realizaron muestreos con trampas amarillas, utilizando vasos de plástico del # 8 (indicar diámetro y marca) con una cubierta de aceite vegetal comestible para monitorear las poblaciones a través de diez trampas puestas al azar por cada parcela útil. A los siete días después del trasplante de los tratamientos (27 del mes de abril del 2019), se iniciaron los

muestreos. Se realizó un muestreo por semana durante cuatro meses (de abril a junio) que se indica en el Cuadro 5; los muestreos se realizaron siguiendo un patrón de bloques completos al azar. En cada fecha de muestreo se visualizó y registró el número de adultos de trips y moscas blancas encontrados en cada repetición por tratamiento con ayuda de una lupa de aumento 10X.

Cuadro 5. Fechas de muestreo de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci*

Fecha	Días después de la siembra (DDT)
20/04/2019	0
27/04/2019	7
04/05/2019	14
11/05/2019	21
18/05/2019	28
25/05/2019	35
01/06/2019	42
08/06/2019	49
15/06/2019	56
21/06/2019	62
30/06/2019	71
13/07/2019	84
24/07/2019	95

Adicionalmente en cada unidad experimental útil se cosechó el tomate de cáscara producido para hacer la estimación de rendimiento en kg/ha

5.7 Análisis estadístico

Por cada fecha de muestreo se utilizaron los valores obtenidos de cada insecto plaga recolectados por tratamiento para la realización del análisis de varianza (ANOVA) usando PROC GLM del programa SAS System ver. 9.2 (Cary, N. C. USA). En los casos de

significancia estadística entre los tratamientos, se procedió a la realización de separación de medias con la prueba de Tukey $\alpha= 0.05\%$.

Por otro lado, los valores absolutos de ejemplares de trips y mosca blanca capturados por cada fecha de evaluación se usarán para calcular el área bajo la curva del progreso de la densidad de cada insecto (ABCP) (Madden *et al.*, 2006; Bivand *et al.*, 2008; R Core Team, 2012) de cada unidad experimental a través del programa R usando la Librería Agricolae.

Los valores finales obtenidos de la curva del progreso de la incidencia de cada insecto por tratamiento se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) usando PROC GLM del programa SAS (SAS System ver. 9.2 Cary, N. C. USA), para la comparación entre los valores medios de los diferentes tratamientos de asociación se realizó la prueba de separación de medias Tukey $\alpha= 0.05\%$.

VI. RESULTADOS

6.1 Condiciones climáticas

Durante el desarrollo del ensayo las temperaturas promedio oscilaron entre los 12 a 18° C (Figura 4), que de acuerdo con Bryan y Smith (1956) son favorables para el desarrollo de *F. occidentalis*.

Por otro lado, la precipitación registrada fue favorable durante la mayor parte del ensayo para crecimiento de los cultivos, oscilando entre un 0.05 y 0.3 mm diarios (Figura 4).

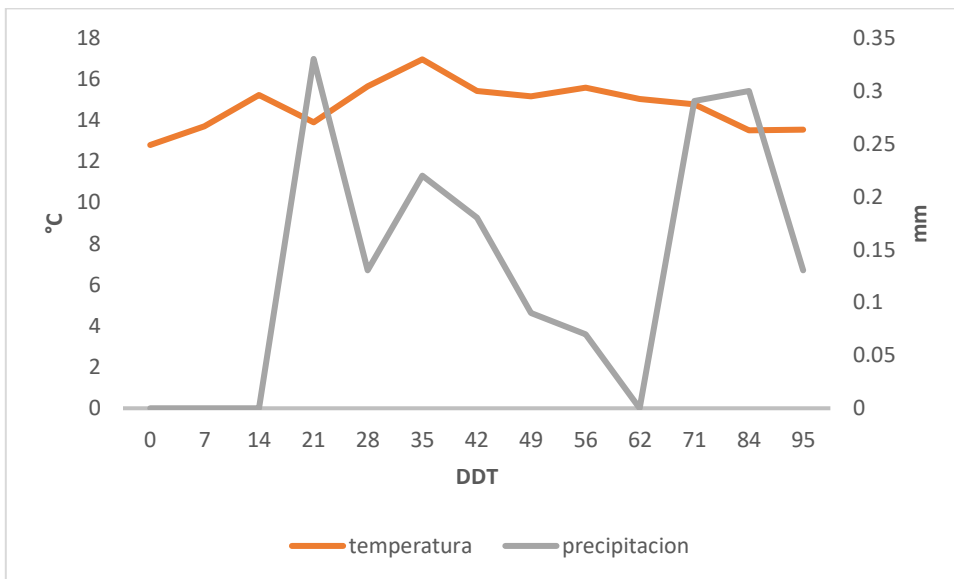
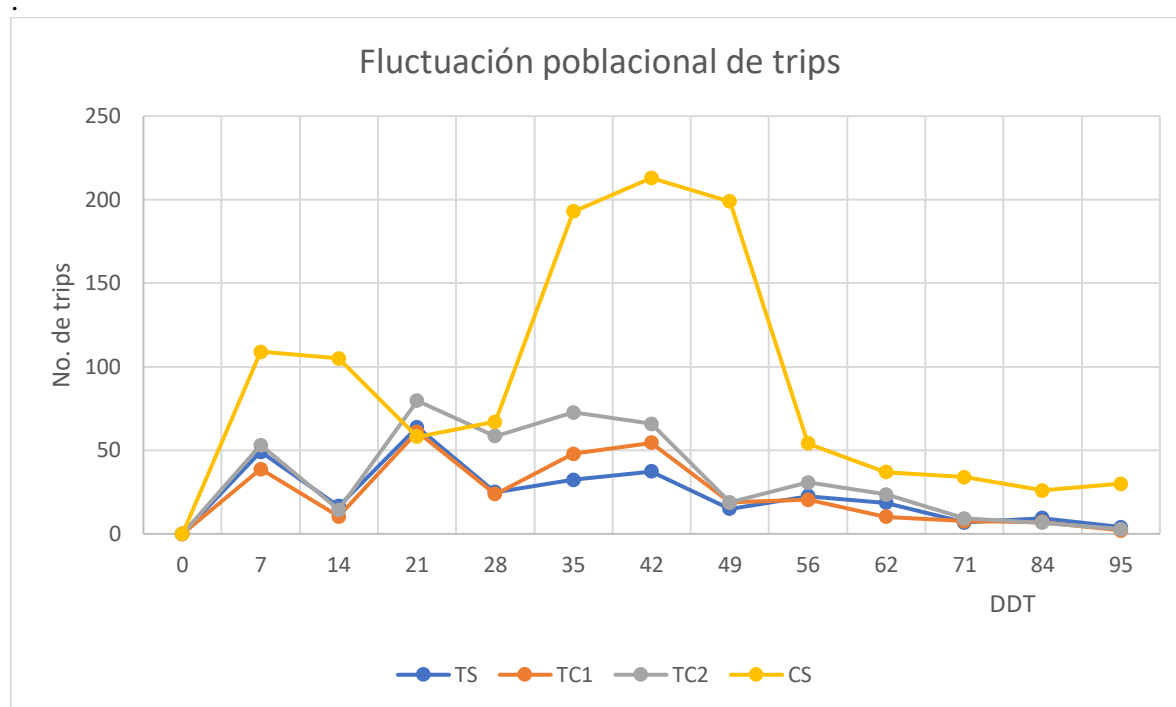


Figura 4. Temperatura (°C) y precipitación (mm) registrada durante el del ensayo.

6.2 Trips

La presencia de trips ocurrió durante todo el ciclo del tomate y cempaxochitl, aunque su presencia fue notable en la parcela de cempaxochitl sin asociación o solo, desde la etapa vegetativa hasta floración, sin encontrar diferencias de su presencia durante las diferentes

etapas vegetativas. Sin embargo, la mayor cantidad de insectos capturados se presentó durante la etapa de floración, muy superior a lo cuantificado cuando se asocio con tomate.



TS: tomate solo; TC2: tomate con cempaxóchitl 2; TC1: tomate con cempaxóchitl 1; CS: cempaxóchitl solo

Figura 5. Fluctuación poblacional de trips en los diferentes tratamientos evaluados en 2019

Se observaron dos picos de infestación de trips en cempaxóchitl, el primero a los 7 DDT y el segundo desde los 35 hasta los 49 DDT, a los 7 DDT se observó el mismo efecto en todos los tratamientos, mientras que únicamente en el tratamiento de cempaxóchitl sin asociar se observó el segundo pico de infestación de la plaga; en esta misma fecha se notó un descenso de la población de la plaga en los tratamientos restantes. Los dos picos de infestación tienen una duración ± 21 días.

En los tratamientos tomate solo y tomate asociado se observó un continuo descenso de la plaga a partir de los 35 DDT. Fue evidente que el tomate al estar asociado con cempaxóchitl presentó una mayor densidad de población respecto al tomate solo pero no fue significativa al compararse a travez del tiempo (Cuadro 7).

El análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la población de trips, indicó la existencia de diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.

FV	GL	CM
Modelo	12	4697430.55**
Repetición	9	406070.4 ns
Tratamiento	3	17571511.01 **
Error	27	235145.66
Total	39	
Media		3099.78
C. V. %		15.6435

** Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * significativo ($p \leq 0.05$); ns: no significativo; CM: cuadrado medio

La mayor área bajo la curva se determinó en el tratamiento con cempaxóchitl solo, seguido de la asociación, que fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos evaluados.

Por caso contrario, el menor valor se determinó con el tomate de cascara solo. En general se observó que en donde estuvo presente el cultivo de cempaxóchitl se cuantifico una mayor densidad de la población de trips.

Cuadro 7. Resultado de la prueba de comparación de medias para la variable de área bajo la curva del progreso de la densidad de trips.

Tratamiento	Valor
Cempaxóchitl	4970.1 a*
Tomate con cempaxochitl 2	3112.2 b
Tomate con cempaxochitl 1	2180.8 c
Tomate de cáscara	2136.1 c

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 8. Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips en los diferentes tratamientos evaluados por cada fecha de muestreo.

		Días después del trasplante													
FV	GL	0	7	14	21	28	35	42	49	56	62	71	84	95	
Modelo	12	.	1475.1 *	65.95 *	665.12 ns	1069.03**	3972.06**	1006.8*	149.03**	291.37**	1333.65**	1112.94**	1015.48**	1093.35**	
Repetición	9	.	418.98 ^{ns}	25.16 ^{ns}	587.46 ns	467.79 ^{ns}	640.26 ^{ns}	877.95*	86.61 ^{ns}	165.33 ^{ns}	159.51 ^{ns}	29.21 ^{ns}	65.95 ^{ns}	32.04 ^{ns}	
Tratamiento	3	.	4639.46**	188.33**	898.09 ns	2872.75**	13967.46**	1393.33*	336.3**	669.49**	4856.06**	4364.13**	3864.06**	4277.2**	
Error	27	.	641.077	25.5	640.128	283.22	465.54	353.77	48.33	94.67	143.17	27.3	30.14	19.71	
Total	39	0													
Media	0	0	57.3	15.5	65.775	38.375	67.7	53.1	20.25	27.92	28.1	18.3	17.1	13.3	
C.V. %	0	0	44.18	32.57	38.46	43.85	31.87	35.42	34.33	34.84	42.58	28.55	32.10	33.38	

** Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * significativo ($p \leq 0.05$); ns: no significativo

El análisis de varianza indicó la existencia de diferencia altamente significativa para la variable densidad de trips los 7, 14, 28, 35, 49, 56, 62, 71, 84 y 95 días después de la siembra; pero para los 21 y 42 DDT se careció de diferencia significativa (Cuadro 9).

Para las fechas en donde existió diferencia significativa, se procedió a la separación de medias para diferenciar el efecto de los diferentes tratamientos en la densidad de trips.

Cuadro 9. Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo.

Tratamiento	Días después del transplante												
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	62	71	84	95
Tomate de cáscara	0	49.1 *b	16.6 ab	63.9 a	24.9 b	32.3 c	37.3 b	14.9 b	22.5 b	18.5 b	6.8 b	9.4 b	4 b
Tomate-cempaxochitl 1	0	38.7 b	10.3 c	61.1 a	23.8 b	47.9 bc	54.5 ab	18.8 b	20.3 b	10.2 b	7.6 b	6 b	2.1 b
Tomate-cempaxochitl 2	0	53.1 b	14.4 bc	79.6 a	58.5 a	72.7 b	65.9 a	18.8 b	30.7 ab	23.6 b	9.2 b	6.5 b	2.8 b
cempaxochitl	0	88.3 a	20.7 a	58.5 a	46.3 a	117.9 a	54.7 ab	28.5 a	38.2 a	60.1 a	49.6 a	46.5 a	44.3 a

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los resultados del cuadro 9 indican que el tratamiento cempaxóchitl en unicultivo presentó la mayor densidad de insectos a los 7, 35 y 62 DDS, que fueron estadísticamente diferente a los restantes tratamientos; a los 35 DDT se presentó el pico poblacional de la plaga en cempasúchil sin asociar que coincide con la etapa fenológica de floración en tomate de cáscara. Por otro lado, la mayor densidad poblacional en tomate de cáscara se presentó a los 21 DDT, con una tendencia continua a descender hasta la etapa de cosecha, efecto similar se observó en los dos tratamientos de tomate asociado con cempasóchitl.

En general se determinó que el tratamiento cempasúchil sin asociar fue estadísticamente diferente a los tratamientos en donde estuvo presente el tomate excepto a los 42 DDT, mientras que a los 21 DDT no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

6.3 Mosca blanca

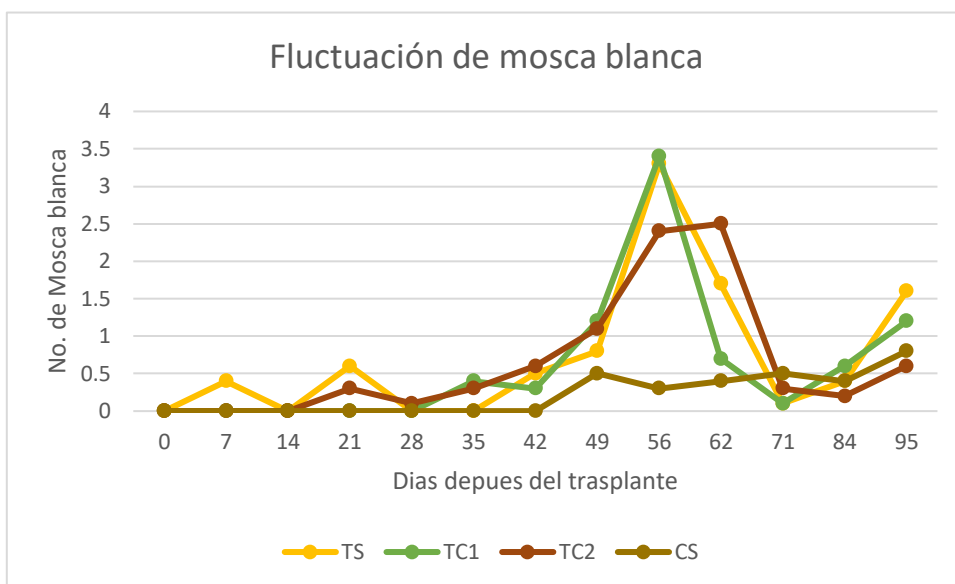


Figura 6. Fluctuación poblacional de mosca blanca determinada en los diferentes tratamientos a través del tiempo.

Se observaron dos picos de infestación de mosca blanca el primero a los 56 DDT, excepto en al tratamiento de cempasúchil solo, el segundo pico de infestación se observó a los 95 DDT al fin del ciclo de tomate de cáscara en todos los tratamientos, fue evidente que no existió preferencia de la mosca blanca por un hospedante tanto asociado como en unicultivo.

Cuadro 10. Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva de mosca blanca obtenida en cada fecha de muestreo (días después del trasplante).

FV	GL	CM
Modelo	7	822.85357 ns
Repetición	4	323.5437 ns
Tratamiento	3	1488.6 ns
Error	12	628.152
Total	19	
Media		56.4
C. V. %		44.4378

** Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * significativo ($p \leq 0.05$); ns: no significativo; CM cuadrado medio

Cuadro 11. Resultado de la comparación de medias para la variable de área bajo la curva del progreso de mosca blanca

Tratamiento	Valor
Tomate con cempaxóchitl 1	72.5 a*
Tomate de cáscara	68.7 a
Tomate con cempaxóchitl 2	48.50 a
cempaxochitl	35.9 a

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey $\alpha = 0.05$).

En el cuadro 12. análisis de varianza indicó la existencia de diferencia significativa para el factor de tratamientos a los 71 días después de la siembra, en todas las demás fechas careció de alguna deferencia significativa.

Cuadro 12. Resultado del análisis de varianza para la variable densidad de mosca blanca obtenida en cada fecha de muestreo (días después del trasplante)

		Días después de la siembra													
FV	GL	0	7	14	21	28	35	42	49	56	62	71	84	95	
Modelo	7	.	0.45 ns	0	0.20 ns	0	0.307 ns	0	1.09 ns	16.614 ns	3.671 ns	0.464 ns	0.64 ns	2.128 ns	
Repetición	4	.	0.45 ns	0	0.20 ns	0	0.20 ns	0	0.675 ns	15.425 ns	4.175 ns	0.075 *	0.875 ns	2.825 ns	
Tratamiento	3	.	0.45 ns	0	0.20 ns	0	0.45 ns	0	1.65 ns	18.20 ns	3.0 ns	0.0469 *	0.333 ns	1.20 ns	
Error	12	.	0.45	0	0.20	0	0.20	0	1.775	10.325	2.208	0.275	0.708	2.158	
Total	19														
Media		0	0.15	0	0.1	0	0.15	0	0.95	2.7	1.30	0.35	0.50	1.40	
C.V. %		0	447.21	0	447.21	0	298.14	0	140.24	119.0	114.31	149.829	168.32	104.93	

**Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * significativo ($p \leq 0.05$); ns: no significativo.

Cuadro 13. Resultado de la comparación de medias para la variable de mosca blanca.

tratamiento	Días después de la siembra												
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	62	71	84	95
Tomate de cáscara	0	0.6 a	0a	0a	0a	0a	0a	1 a	4 a	1 a	0.2 b	0.2 a	2 a
Tomate-cempaxóchitl 1	0	0a	0a	0a	0a	0.6 a	0a	1.6 a	4.6 a	1.2 a	0.2 b	0.6 a	1.6 a
Tomate-cempaxóchitl 2	0	0a	0a	0.4 a	0a	0a	0a	1 a	1.6 a	2.4 a	0a	0.4 a	1 a
cempaxóchitl	0	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0.2 a	0.6 a	0.6 a	1 b	0.8 a	1 a

*Valores de las medias en la columna con las mismas letras indican igualdad en términos estadísticos. Tukey $\alpha = 0.05$).

La presencia de mosca blanca ocurrió únicamente en la parcela de tomate de cáscara en unicultivo a los 7 DDS (Cuadro 13); después se presentó en la parcela de tomate en asociación con cempaxóchitl 2 a los 21 DDS. A los 35 DDS solo hubo presencia de mosca blanca en la parcela de tomate en asociación con cempaxóchitl 1. La mosca blanca se presentó regularmente desde los 49 DDS; siendo la parcela de tomate en asociación con cempaxóchitl con más presencia del insecto; la parcela de cempaxóchitl sin asociar presentó menor número de mosca blanca.

6.4 Rendimiento

Cuadro 15. Rendimiento de tomate en el ensayo

Tratamiento	1er corte (59 DDT)	2do corte (66 DDT)	3er corte (73 DDT)	4to corte (80 DDT)	Total
Tomate solo	2675 g	7402 g	1098 g	1026 g	12.201 kg
Tomate- cempaxóchitl1	3250 g	6272 g	1059 g	1016 g	11.597 kg
Tomate- cempaxóchitl 2	1950 g	1001 g	1023 g	662 g	4.636 kg

Los rendimientos promedio obtenidos por cada tratamiento fue en un área de 6 m² (15 plantas) por corte, se hicieron cuatro cortes cada siete días desde los 59 días después del trasplante. La proyección por hectárea fue de 20,335 kg/ha⁻¹ en tomate solo, 19,328 kg/ha⁻¹ en tomate con cempaxóchitl 1, y 7,726 kg/ha⁻¹ en tomate con cempaxóchitl 2.

VII. DISCUSIÓN

Los resultados generados en este estudio apuntan a que el cempaxochitl como planta viva es atractivo para los trips desde su etapa vegetativa, por lo que es viable su uso como barrera viva alrededor del cultivo de importancia, o intercalada, según la topología de la hortaliza u ornamental en donde se utilice; o bien su uso como planta trampa en algún punto del cultivo al hospedar una mayor cantidad de trips. En la mayoría de las plantas trampa no se tiene información sobre los mecanismos que regulan su atracción hacia los insectos; se desconoce si son atraídos (alimentación, ovoposición o refugio), así como el nivel que ejerce la atracción (atractivo, arrestante, incitante o estimulante). Sus aspectos fitoquímicos poco se han estudiado y es un área de estudio a futuro.

El hecho que el cempaxóchitl atraiga una mayor población de trips cuando está asociado con el tomate de cáscara es otro hallazgo que se suma a las cualidades de esta planta con características insecticidas cuando se asperja, así como el uso de sus extractos para reducir la nodulación radicular por *Meloidogyne* spp. en *Cucurbita maxima* (Gil y Chico-Ruiz, 2013); así como su uso como cultivo asociado con Solanaceas (Salazar, 2009) para reducir el daño por nematodos. La característica de repelencia a nematodos se debe a su contenido de aceites esenciales como el bitenilo y tertienilo. De igual forma, extractos de cempaxóchitl (*Tagetes erecta*) e higuierilla (*Ricinus communis*), presentaron una mayor toxicidad sobre ninfas de pulgón amarillo (*M. sacchari*) (Rodríguez *et al.*, 2016).

En este mismo sentido, Carballo y Falguni (2004) reportaron que el extracto de *Tagetes erecta* L. presentó una mejor eficacia a una concentración de 25 g de planta molida, determinando que la población de mosca blanca disminuyó en un 100%, expresando un aumento de únicamente 12 individuos.

El cempaxóchitl esta reportado como insecticida y/o repelente pero solamente cuando se usa como extractos o preparados, considerando toda o solo algunas partes de la planta ((Ramos (1987); Lara y Márquez (1996); Baute (1982); González (1993) y Hernández (1999)). Sin embargo, no se reportan cualidades como planta repelente o trampa, como lo encontrado en el presente trabajo.

El uso de la repelencia a plagas en la agricultura es conocida en algunas plantas, y se han usado como herramienta en la agricultura alternativa, y opción de manejo en ornamentales, como es el Piretro (*Chrysanthemum cinariaefolium*) en cuyas flores se encuentra una sustancia insecticida que es tóxica al contacto y que, además, tiene efecto repelente. La toxina se manifiesta sobre el sistema nervioso, causando movimientos incoherentes y parálisis en la etapa final. Cuando las dosis recibidas no alcanzan un nivel letal, los insectos afectados se recuperan usualmente en el transcurso de un día. El piretro es efectivo contra afidos, ácaros, trips, gusanos, escarabajos y palomillas, entre otros (Checua, 1996). El tabaco es considerado como insecticida, acaricida y fungicida, ya que actúa contra ácaros, moscas, trips y palomillas (Checua, 1996).

La presencia de una alta cantidad de trips en cempaxochitl a través del tiempo es un indicador directo del efecto atrayente que ejerce esta planta, posiblemente, debido a la arquitectura de la planta que le permite albergarlos o crear un microclima favorable, así como a los vistosos colores de las flores y su cualidad de atraer insectos benéficos, por lo que se recomienda establecer la barrera de cempaxóchitl al menos 2 meses antes del cultivo (García y Cuellar, 2015). Si se encuentran insectos benéficos, se da por asentado que existen presas o insectos plaga para el cultivo de importancia, en este caso en tomate de cáscara.

Los resultados encontrados indican que la fluctuación de trips fue mayor en el tratamiento de cempaxóchitl solo, similar a lo reportado por Gonzales y Hernandez (2018), sin embargo, si consideramos que tanto el tomate de cáscara como el cempaxóchitl fueron trasplantados el mismo día, se infiere que la planta de cempaxóchitl actúa como atrayente desde su etapa vegetativa, sin tener que llegar a la emisión de sus flores y por ende emisión de polen, etapa que podría ser considerada como de mayor atracción para insectos debido a los volátiles y lo vistoso de sus flores (Garcia y Cuellar, 2015). Algunas plantas trampa son atrayentes de plagas con el objetivo de que permanezcan ahí y no en el cultivo de mayor importancia económica. La piña madura atrae adultos de picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) (Camino *et al.*, 1992). Sin embargo, el campaxochitl puede ser usado como planta atrayente de trips para reducir la incidencia de virus, o bien como planta trampa en donde se aplique o coloquen controles biológicos o en caso extremo el control químico dirigido o focalizado; o bien se fomente el incremento de depredadores o parasitoides nativos.

Otras plantas usadas como atrayentes son el girasol silvestre *Tithonia tubiformis* (Asteraceae) (Reyes *et al.*, 1997), el guacatoro *Martynia fragans* (Martyniaceae) en Oaxaca (Bravo, 1993), por la aceitilla *Bindens odorata* (Asteraceae), estrellita *Galinsoga parviflora* (Asteraceae) y gigantón *T. tubiformis* en Tlayacapan, Morelos (Ortega, 2003), *Clotaria* sp. (Verbenaceae) en El Valle de Culiacan, Sinaloa, (Gastélum, 1996) para reducir adultos de mosca blanca. En el caso de *M. fragans* y de *Verbena* sp., estas plantas atraen y atrapan una alta población de adultos de mosca blanca con el exudado y pubescencia de sus hojas y tallos. Otras plantas con este efecto, se encuentra el arbusto de maría preta *Cordia verbenaceae* (Boraginaceae) del Brasil para atraer a los adultos de picudo *Cratosomus flavofasciatus* (Coleoptera:

Curculionidae), una plaga de cítricos, luego colectarlos, destruirlos manualmente (Nascimento *et al.*, 1982).

En Tlaxcala, México, las plantas de garbancillo *Lupinus elegans* (Fabaceae), se dejan dentro del terreno del maíz para que el frailecillo *Macroductylus* spp (Coleoptera: Scarabaidae) se alimente de esta maleza y no del cultivo (Moreno *et al.*, 1981; Altieri, 1993). En los valles centrales de Oaxaca, México se colocan brotes de palo bobo *Ipomoea* spp. en el maíz, en los primeros 20 días después de la germinación, para que las hormigas cortadoras se alimenten de esta planta y con ello protejan al maíz de la defoliación (Hernández *et al.*, 1983). En Matalanga, Nicaragua, se siembra con anticipación alrededor del semillero de tomate, para mantener la población de mosca blanca (*B. tabaci*) en este cultivo trampa (Molina *et al.*, 1995).

En terrenos infestados con gusano de alambre se puede utilizar papa o zanahoria como cebo alimenticio, se entierran en el suelo y a cierto intervalo de tiempo se recogen y destruyen las larvas (Philbrick y Philbrick, 1980). La alfalfa es preferida por la chinche ligus *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miredae) respecto al algodón, por lo que se recomienda sembrar franjas de seis metros de alfalfa a intervalos de entre 91 a 152 metros de algodón (El-Zik y Frisbie, 1990).

Sánchez-Pale *et al.* (2019) indican que los mayores picos de trips en gladiolo se presentaron a temperaturas promedio de 14.5°C. Los presentes resultados indican que el mayor pico de trips es a los 35 DDT que coinciden con el mayor pico de temperatura durante el ensayo (17° C) y una precipitación de 0.22 mm, por lo que ha esta edad de la planta de tomate se debe tener una mayor abundancia y tamaño de la planta de cempaxochitl para que su efecto como atrayente sea de mayor eficacia por lo que es necesario la siembra anticipada de flor de

muerto en aproximadamente 15 días con la finalidad de tener una mayor altura respecto al tomate.

Los dos picos de infestación evidenciados en la curva de dinámica de las población de trips, tienen una duración aproximada ± 21 días, indicativo que el ciclo de vida de trips en el Valle de Toluca tiene esta duración; en este sentido Fainstein (2003) indica que la duración del ciclo de vida de trips depende de la temperatura, humedad relativa, de la planta hospedera y de la calidad y cantidad de alimento disponible, y pueden completar el ciclo de vida entre 14 a 30 días, aunque los adultos pueden vivir hasta 20 días (Andaloro y Shelton, 1983). Esto concuerda con los dos picos de infestación de 21 días, casi todo un ciclo de vida de trips.

Los registros indicaron una reducción natural de la plaga de trips por efecto de la precipitación a los 21 y 71 DDT, en este sentido, Bloomingdale *et al.* (2016) describen que las diferencias en la abundancia poblacional del trips del frijol (*M. usitatus*), presentan una mayor población en los meses de enero y febrero, en donde las condiciones climáticas son más cálidas, a diferencia de los meses que presentan una fuerte temporada de lluvia, en donde la abundancia poblacional fue inferior; sin destacar la presencia de insectos depredadores en los tratamientos como *Orius* spp., o bien por la competencia en espacio y alimentos al final del ciclo y la fenología misma del cultivo (Kakkar *et al.*, 2012). Aunque Sedaratian *et al.* (2010) indican que las diferencias en la dinámica de los trips dependen de temperatura, manejo de malezas, presencia de fitófagos etc.

En términos experimentales el rendimiento no tuvo mayor afectación esto puede ser tomado como reserva debido a la pequeña área que se consideró para determinarla. SIAP reporta un rendimiento de 17.91 t ha⁻¹, el tratamiento más acorde a este rendimiento fue el de tomate con cempaxochitl 2.

VII. CONCLUSIONES

- Las poblaciones de trips disminuyeron en el cultivo de tomate de cáscara cuando se asoció con cempaxóchitl.
- El cultivo de cempaxóchitl actúo como planta atrayente de trips en un sistema de cultivo asociado con tomate de cáscara y en unicultivo.
- No se encontró algún efecto atrayente o repelente de cempaxochitl respecto a mosca blanca, en el Valle de Toluca.
- El rendimiento de tomate de cascara disminuyó cuando estuvo asociado, comparado con el tratamiento en unicultivo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. (2005). Plant Pathology. 5^a ed. Elsevier. USA. 922 pp.
- Aguilar, C. C., González, R. A., Pérez, R. A., Ramírez, R. S. G. y Carapia, R. V. E. (2017). Combate químico de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de cebolla en Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 33(1): 39-44.
- Aguilar, C. D. A. y Almendarez, F. K. (2018). Comportamiento poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y trips (*Franklinella occidentalis* Pergande) con el uso de cinco extractos de plantas nativas del valle de Toluca en *Physalis ixocarpa*. Campus Universitario "El Cerrillo", Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México: UAEMéx.
- Altieri, M. A. (1993). Designing and improving pest management systems for subsistence farmers. In: Crop Protection Strategies for Subsistence Famers. Altieri, M. A. (ed). Westview press. Boulde, Colorado, USA. pp. 1-20.
- Altieri, M.A. y Letourneau, D.K. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection 1: 405-430.
- American Phytopathological Society. (2003). Compendium of pepper diseases. - Ed. by K. Pernezny, P. D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Andaloro, J. T. and A. M. Shelton. (1983). Insects of Onions and Cabbage. Onion Thrips, N.Y. State Agric. Exp. Stn. Geneva Publ. 750 (75): 2

- Arn, H., Tóth, M. and Priesner, E. (1998.) Sex pheromone of pear moth, *Cydia pyrivora*
Disponibile en: <http://www.nysaes.cornell.edu/pheronet/>. Fecha de Consulta: 16 de junio 2020.
- Arn, H., Tóth, M., Priesner, E. (1992.) List of Sex Pheromones of Lepidoptera and Related Attractants. Organisation Internationale de Lutte Biologique, Section Régionale Ouest Paléarctique. Montfavet. 179 p.
- Asdal, A. and Bakken, A.K. (1999). Nutrient balances and yields during conversion to organic farming in two crop rotation systems. pp: 125-132. *In*: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming.
- Ávila, Y.; J. Stavisky; S. Hague; J. Funderburk; S. Reitz and T. Momol. (2006). Evaluation of *Frankliniella bispinosa* (thysanoptera: thripidae) as a Vector of the Tomato Spotted Wilt Virus in Pepper. *Florida Entomologist* 89 (2): 204-207.
- Ayala, P. J. P. (1992). Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot) en Chapingo, México. Tesis de Licenciatura, Departamento de Fitotecnia, UACh. 62 pp.
- Baliddawa, C.W. (1985) Plant species diversity and pest control, a mini-review. *Insect Science and its Application* 6: 474-479.
- Baute, R. Y. (1982). Estudio químico-biológico de los extractos de hexánicos de *Tagetes tenuifolia* (compositae). Tesis de licenciatura, México: UNAM

- Bermejo, J. (2011). Información sobre *Tuta absoluta*. Agrologica. Disponible en: Sitio web: <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/polilla-tomate-minador-tomate-tuta-absoluta/>. Fecha de Consulta: 15 de junio de 2020
- Bivand, R., Pebesma, E. and Gómez, R. V. (2008). Applied spatial data analysis with R. Spring. New York. USA. 374 p.
- Bloomington, C., Irizarry, M.D., Groves, R.L., Mueller, D.S. y Smith, D.L. (2016). Seasonal Population Dynamics of Thrips (Thysanoptera) in Wisconsin and Iowa Soybean Fields. *Journal of Economic Entomology* 110(1):133-141.
- Bravo, M., E. (1993). Fluctuación poblacional de mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) en el cultivo de jitomate en la Mixteca Baja de Oaxaca. Resúmenes del XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Cholula, Puebla, México. p. 330 – 1.
- Bryan, D. E. y Smith, R. F. (1956). The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) Complex in California (Thysanoptera: Thripidae). Berkeley, University of California Publications in Entomology 10(6): 359-410.
- Cáceres, S. (2011). Guía práctica para la identificación y el manejo de las plagas del pimiento / Sara Cáceres; Valeria Soledad Miño; Alcides Aguirre. - 2a ed. – Bella Vista: Ediciones INTA. 79 p
- Camino, L. M., Jiménez, A. y Castrejón, F. (1992.) Pruebas de atracción de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) hacia cebos naturales en diferentes localidades en el Estado de Morelos. *Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología* 10 (37): 29-34.

- Carballo, M., y Falguni, C. (2004). Control biológico de insectos mediante virus entomopatógenos. En Control biológico de plagas agrícolas (65-65). Managua: INPASA.
- Castillo, P. I. (1990). Estudio de dos densidades de población, dos sistemas de manejo y tres arreglos topológicos en tomates de cascara (*Physalis ixocarp*, Brot). Tesis de Licenciatura, Depto. de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 59 pp.
- Castro, A. A. E., Zavaleta-Mejía, E. y Zamudio-Guzmán, V. (1990). Efecto de la asociación de cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) con tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) o chile (*Capsicum annuum* L.) sobre poblaciones de áfidos en Tecamachalco, Puebla. Revista Mexicana de Fitopatología 8:198-200.
- Chang, G. F., Towers, G. H. and Mitchell, J. C. (1975). Ultraviolet medicated antibiotic activity of Thiophene compound of *Tagetes* spp. Phytochemistry 14: 2225-2296.
- Charles, J. S. K. (1995). Effect of intercropping antagonistic crops against nematodes in banana. Annals of Plant Protection Sciences 3:185-187.
- Charles, J. S. K., Rani, T. G. and Krishnan, S. (1996). Management of banana nematodes using cultural and chemical strategies. Pest Management in Horticultural Ecosystems 2:19-22.
- Checua. (1996). Productividad responsable en el campo. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Proyecto Checua.
- Chew-Madinaveitia, Y. I., Zavaleta-Mejía, E., Delgadillo-Sánchez, F., Valdivia-Alcalá, R., Peña-Martínez, M.R. y Cárdenas-Soriano, E. (1995). Evaluación de algunas estrategias

- de control de la virosis en el cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.). Fitopatología 30: 74-84
- Cleveland, B., Mayes, A., and Cryer, A. (2001) An ecological risk assessment for spinosad use on cotton. *Pest Management Science*, 58, 70-84.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2017) Correll y Johnston, 1970; Cronquist *et al.*, 1994; Nash y Williams, 1976; Payne, 1964; Rzedowski y Rzedowski, 2001. Villaseñor. 1989. Disponible en: www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/ambrosia-confertiflora/fichas/ficha.htm. Fecha de acceso: 22 de mayo del 2019
- CONtexto ganadero. (2018). Adelántesele a la Mosca Blanca de los invernaderos. 14 de mayo 2019, de CONtexto ganadero Sitio web: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/adelantesele-la-mosca-blanca-de-los-invernaderos>
- Davidson, R. H., and Lyon, W. F. (1992). Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Limusa, Noriega, México. 743 p.
- Díaz, J. C. y Pérez, E. (2005). Manejo integrado de malezas en cultivos económicos principales. En Memorias del XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, I Congreso Iberoamericano de Ciencia de las Malezas, IV Congreso Nacional de Ciencia de Malezas. 8-11/11/2005. Matanzas, Cuba. pp. 153-170.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas. (2017). Agroquímicos para mosca blanca. PLM Agroquímicos. Disponibel en: <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/mosca-blanca-167-19-50-14>. Fecha de Consulta: 14 de mayo de 2019

- Digfineart. (2017). ¿Son de tomate de cáscara plantas venenosas para las ovejas? Disponible en: <https://www.digfineart.com/gGzM7eaLa/>. Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2020.
- Doutt, R. L. and DeBach, P. (1964). Some biological control concept questions, pp 118-142, *In: P, DeBach [Ed,], Biological Control of Insect Pests and Weeds, Reinhold Publishing Corporation, New York. 844 p.*
- Ekesi, S., Maniania, N. K., Ampong, K. and Onu, I. (1999). Effect of intercropping cowpea with maize on the performance of *Metarhizium anisopliae* against *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera, Thripidae) and predators. *Environmental Entomology* 28: 1154-1161.
- El-Hamawi, M. H. and Mohamed, B. E. (1990). The effect of marigold plants *Tagetes erecta* on infection of some vegetable crops with the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Chitwood 1949). *Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo* 41:1013-1021.
- El-Zik, K. M. and R. E. Frisbie. (1990.) Integrated crop managemet systems for pest control. CRC Handbook of natural pecticides: methods. Volume 1; theory, practice, and detection. Mandava, N. B. (Ed.). CRC Press. Boca Raton., Florida, USA
- Fainstein, R. 2003. Manual para el control de plagas y enfermedades en cultivos florales. Quito, EC. Abya Yala. p. 28
- Ferguson, C. M. and Barratt, B. I. P. (1993). Conventional versus alternative pest management systems in cabbage crops. *Proceedings of the Forty Sixth New Zealand Plant Protection Conference, Christchurch, New Zealand. pp. 40-44.*
- García, A. y Cuellar, E. (2015). Hierbas repelentes, guía técnica 13. 7/10/2019, de Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental (PROPA-Oriente).

Disponible en:

https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_13.pdf.

Fecha de consulta: 12 de junio del 2019

García-Hernández, J. L., Loya, J.G., Troyo-Diéguez, E. and Murillo-Amador, B. 2003.

Actividad de insectos entomófagos en algodónero con cultivos promotores intercalados.

In: J. Romero Nápoles, E. G. Estrada y A. Equihua Martínez (Eds). Edit. Sociedad

Mexicana de Entomología. Entomología Mexicana Vol. 2: pp. 450-455.

Garden Atlas. Clave Moro/ Damasquino. (2020). Disponible en:

<https://alcazar.nomadgarden.org/garden/real-alcazar/species/marigold/?filter=all>. Fecha

de consulta: 14 de mayo de 2020

Gastélum, L., R. (1996.) Manejo Integrado de Mosca blanca con métodos alternativos.

Seminario II. Primavera, 1996. Entomología, IFIT, Colegio de postgraduados.

Montecillo, Texcoco, México. 15 p.

Gil, R., A. y Chico-Ruiz, J. (2013.) Efecto del extracto de *Tagetes patula* L. sobre la nodulación

radicular de *Cucurbita maxima* L. ocasionado por *Meloidogyne* sp., Sagasteguiana, 1:41-

50.

Gómez, R. O. y Zavaleta, M. E. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para

el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes* spp. Revista Mexicana de

Fitopatología 19:94-99

Gómez-Rodríguez, O. (1991). Efecto del cempazúchil asociado con jitomate en *Nacobbus*

aberrans e insectos transmisores de virus. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad

Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 83 p.

- Gómez-Rodríguez. O., Zavaleta-Mejía, E., González Hernández, V.A., Livera-Muñoz, M. y Cárdenas Soriano, E. (2001). Comportamiento del jitomate asociado con *Tagetes erecta* L. I. Aspectos microclimáticos e infección por *Alternaria solani*. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Querétaro, Querétaro, México. Resumen F-34.
- González, B. M. Á. y Hernández, M. A. D. (2018). Asociación Gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*) – Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta*): Impacto en la población de trips (*Thrips simplex*) y mosca blanca (*Bemisia tabaco*) en el valle de Toluca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Campus universitario “El Cerrillo”, el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Edo. de México.
- González, B. J. (1993). Efecto de cempasíchil (*Tagetes erecta* L.) en pulgones y mosquita blanca. Tesis de licenciatura, México: UNAM. p 20-21
- Google Earth. (2020). Disponible en: <https://earth.google.com/web/@19.41168867,-99.68863843,2601.45095835a,3470.26513704d,35y,-0h,0t,0r>. Fecha de Consulta: 21 de febrero de 2020
- Govindaiah, S., Dandin B., Philip, T. and Datta, R.K. (1993). Effect of marigold (*Tagetes patula*) intercropping against *Meloidogyne incognita* infecting mulberry. Indian Journal of Nematology 21:96-99.
- Grupo Transferencia de Tecnología del ICA. (2005). Manejo integrado de moscas blancas. Instituto Colombiano Agropecuario, (ICA): Produmedios.
- Güemes, G. M. J., Palacios Á. A., Ramírez R. S., García P. F., Salazar P. A. y Inoue, K. (2001). Guía para cultivar tomate de cáscara en el estado de Morelos. Manual para productores. 18 p.

- Gutiérrez, C., Edgar V., Gutiérrez, C. M. del C. y Ortiz, S. C. A. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6: 201-215.
- Hernández, D. C. (1999). Actividad antimicrobiana de la planta de *Tagetes lucida* Cav. (pericón). Tesis de maestría, México: UNAM. p 15.
- Hernández, X., E.; Inzunza, M. F. R. y Solano, S. C. B. (1983). Intentos de control de plagas y enfermedades identificadas en la agricultura tradicional en México. *Revista Chapingo* 40:55-6.
- Howse, P., Stevens, I. and Jones, O. (1998). *Insect Pheromones and their Use in Pest Management*. Chapman and Hall (ed.), London, Englan.
- Huffaker, C. B. and Messenger, P. S. (1994). Population ecology-historical development, pp, 45-73, In: P, DeBach [ed,] *Biological Control of Insect Pests and Weeds*, Reinhold Publishing Corporation, New York. 844 p.
- Hydroenvironment, S.A. de C.V. (2017). Disponible en: http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=409. Fecha de Consulta: 14 de mayo de 2019.
- Ibídem, J. O. (1994). Relación entre el grado de domesticación y las características citológicas y morfológicas del fruto en tomate de cáscara (*Physalis* spp.). Tesis de Maestría en Ciencias. Genética, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx. 71 p.
- Ibídem, J. O. (1998). *Manual del cultivo de tomate*. IDEA (Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agro negocios).
- ICAMEX. (2014). Surcado. En *Manejo del cultivo de cascara a cielo abierto en el Estado de México* (5). ICAMEX: Gobierno del estado de México.

- Ideas biológicas. (2017). Control biológico de trips. de ideas biológicas Disponible en: <https://www.ideasbiologicas.com/images/pdf/plan-fitosanitario-control-biologico-de-trips.pdf>. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020
- Inscoc, M.N., Leonhardt, B.A. and Ridgway, R.L. (1998). Comercial availability of insect pheromones and other attractants. pp. 631-715. In: Ridgway, R.L., R.M. Silverstein, M.N. Inscoc (eds.) Behavior Modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker, New York. 988 p.
- Jones, S. and Harris, P.M. 1999. Measurement of nitrogen partitioning within different organic systems incorporating strip intercropping, sheep and crop rotation. pp. 173-180. In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming.
- Kakkar, G., Seal, and V. Kumar, V. (2012). Assessing abundance and distribution of an invasive thrips *Frankliniella schulzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) in south Florida. Bull. Entomol. Res. 102: 249-259.
- Khan, Z. R., Pickett, J. A, van den Berg, L., Wadhams, C. M. and Woodcock, J. (2000). Exploiting chemical ecology and species diversity, stem borer and striga control for maize and sorghum in Africa. Pest Management Science 56: 957-962.
- Karg, G. and Suckling, D. M. (1997). Polyethylene dispensers generate large scale temporal fluctuations in pheromone concentrations. Environmental Entomology 26: 896-905.
- Karlson, P. and Lüscher, M. (1959). Pheromones a new term for a class of biologically active substances. Nature 183: 155-156.

- Koppert Biological Systems. (2017). Control biológico y polinización. Disponible en: <https://www.koppert.mx/retos/moscas-blancas/mosca-blanca-de-los-invernaderos/>.
- Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019
- Kristensen, E.S. (1999). Preface. pp. 3. In: Olsen J.E., R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. 358 p.
- Kumar, A., S. K. Singh, S. K. Sharma, S. P. S. Raghava, and R. L. Misra. (2004). Comparison of seed-derived with micropropagated male-sterile plants of *Tagetes erecta* L. for F1 hybrid seed production. *J. Hortic.Sci. Biotech.* 79 (2): 260-266.
- Lara, O. F. y Márquez, A. C. (1996). Plantas medicinales de México, México: UNAM. p 20.
- Lamas, N. M. A., Neri. F. O., Sánchez, R. G. y Galaviz, R. J.R. (2003). Agricultura Orgánica, Una Oportunidad Sustentable de Negocios para el Sector Agroalimentario Mexicano. FIRA Boletín Informativo Núm. 322, Volumen XXXV. 123 pp.
- Loya-Ramírez, J.G., García-Hernández, J.L., Ellington, J.J. y Thompson. D.V. (2003). Impacto de la asociación de cultivos en la densidad de insectos hemípteros entomófagos. *Interciencia* 28: 415-420.
- Lodges, R., Kaske, A. and Taube, F. (1999). Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. pp. 181-190. In: J.E. Olsen, R. Eltun, M.J. Gooding, E.S. Jensen, U. Köpke (Eds.) Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. 358 p.
- Lung, G., Fried, A. and Schmidt, U. (1997). Biological control of nematodes with the enemy plant *Tagetes* spp. *Gesunde Pflanzen* 49:111-118.

- Madden, L.V., Hughes, G. and van den Bosch, F. (2006). The study of plant disease epidemics. APS press. American phytopathological society. St Paul, Minnesota, USA.
- Martínez, R., C. G. y Quiroz, M., J. (2009) rendimiento de materia seca y calidad nutricional de forraje en líneas de triticale de ciclo largo para las condiciones de temporal en Toluca, Mexico. Ciencias Agrícolas Informa 18: 15.
- Millar, J.R. and Cowles, R.S. (1990). Stimulo-deterrent diversion: a concept and its possible applications to onion maggot control. Journal Chemical Ecology 16: 3197-3212.
- Mendez-García, E. F. (2009). Cultivo de marigol (*Tagetes erecta* L.) en el Perú: presente y futuro. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado. Lima, Perú. 114 pp.
- Molina, J.; B. Jarquín; Laguna; R. Gutiérrez y D. Gómez. (1995). Manejo integrado de la mosca blanca en tomate en El Valle de Sébaco, Matgala, Nicaragua. Ceiba 36(1):139
- Moreno, A. L. E., S. Ruiz D. S. and Trujillo, A. J. (1981). Reconocimiento de las plantas silvestres abundantes en maíz y frijol en el estado de Tlaxcala. Resúmenes del II Congreso Nacional de la Ciencia de Maleza. Del 4 al 7 de noviembre de 1981. Chapingo, México. p. 28.
- Montes, B. R. y García L. R. (1997). Efecto de extractos vegetales en la germinación de esporas y en los niveles de daño de *Alternaria solani* en tomate. Fitopatología 32:52-57
- Montes de Oca, L. M. (2014). Guía para el cultivo de tomate de cáscara. Estado de Mexico: ICAMEX. 2014. Guía para el cultivo de tomate de cáscara. Estado de Mexico: ICAMEX. p 4-6.
- Morillo, R. B. (1987). Botanical pest control research in the Philippines. Philippine Entomologist 7:1-30.

- Morrallo, R. B. and Decena, A. (1984). The activity, isolation and purification of the insecticidal principles from *Tagetes*. *Biological Abstracts* 7:81-87.
- Nascimento, A. S.; G. J. Morais; J. R. M. Cabrita; L. M. S. Silva; O. M. Porto; P. C. R. Casino; S. Gravena e W. B. S. Pinto. (1982). Manual de manejo integrado das pragas do pomar cítrico. CNPMFEMBRAPA. Cruz das almas, Bahía, Brazil.
- Núñez, R. y Vatovac A. (2006). La Huerta Organica. Km. 7 1/2 Doble vía a La Guardia. Disponible en: [http:// www.fan-bo.org](http://www.fan-bo.org). Fecha de consulta: 8 de marzo de 2020
- NCBI. *Physalis ixocarpa*. (2019). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=374031>. Fecha de consulta: 17 de marzo de 2019
- Ortega, A. L. D. (2003). Manejo de la mosquita blanca a través de la manipulación de arvenses. In: Agricultura, ambiente y desarrollo sustentable. Tornero, C.M.; J.F. López-Olguín y A. Aragón G. (eds). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. p. 209-21.
- Owino, O. P. and Mousa, E. S. M. (1994). Effects of time of harvest, agro-chemicals and antagonistic plants on the biological control and fungal parasitism of *Meloidogyne javanica* eggs. Proceedings of the Second Afro-Asian Nematology Symposium held at Menoufiya, Egypt. p. 125- 130.
- Owino, O. P. and Waudu, S. W. (1995). Effects of antagonistic plants and chicken manure on the biological control and fungal parasitism of root-knot nematode eggs in naturally infested field soil. *Pakistan Journal of Nematology* 13:109- 117.
- Patel, R. K. and Yadav, D. N. (1992). Impact of intercropping marigold on *Heliothis armigera* Hubner and its natural enemies in seed crop of tobacco. *Tobacco Research* 18:65- 72.

- Philbrick, H y Philbrick, J. (1980). El libro de los insectos; control inofensivos de insectos. Primera edición en español. CECOSA. México, D. F. 117p.
- Peña, L. A. y Santiaguillo, H. J. F. (1999). Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. Boletín Técnico #2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 26 p.
- Programa de Innovación y Desarrollo tecnológico Productivo BPA. (2008). Manual técnico del cultivo de gulupa. Bogotá, Colombia: Federación Colombiana de Productores de Pasifloras.
- Powers, L.E., McSorley, R. and Dunn, R.A. (1994). Effects of mixed cropping on a soil nematode community in Honduras. *Journal of Nematology* 25:666-673.
- Rao, S. V. R.; Sunder, G. S.; Panda, A. K.; Reddy, M. R.; Raju, M. V. L. N. and Praharaj, N. K. (2002). Utilization of different millets replacing maize in coloured broiler chicken diet. *Indian J. Anim. Nutr.* 19: 353-358.
- Ramos, C. I. (1987). Compuestos fotosensibles en *Tagetes filifolia* Lag. (compositae) y su actividad biológica sobre las bacterias. Tesis de licenciatura, México: UNAM. p 8.
- R. Core Team. (2012). A lenguaje for modeling and environment for statical computing. R foundation for statical computing. Vienna Austria. Disponible en: URL:http://www.R_proyect_org/. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2019
- Reyes, C., H.; A. Castro, P. y J. del Real, S. (1997). Mosquita blanca: su manejo integral. *Ecosta Yutu Cuii*. Tututepec, Oaxaca, México. p. 6-8, 13-23.
- Risch, S. J., Andow, D. and Altieri, M. A. (1983). Agroecosystem diversity and pest control, data, tentative conclusions, and new research directions. *Environmental Entomology*, 12: 625-629.

- Rodríguez, R. J. F., Cerna, C. E., Ochoa F. Y. M. y Hernández B. O. (2016). Evaluación de extractos vegetales sobre pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae) en Sorgo en Guanajuato. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 3 (7): 18-2 pg.
- Roob, K. and Parrella, M. (1986). Biology and control of Western Flower Thrips. *Frankliniella occidentalis*. Second Conference on Insects and Disease Managment on Ornarnentals. Luisville Kentuckv. Edited by D. Peter. B. Schultz.
- Romero-Coba, S. (1996). Plagas y enfermedades de ornamentales. Universidad Autónoma de Chapingo I.S.B.N. 968-884-330-7. UACH, Texcoco, Estado de México, 244p.
- Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E. y Gómez R.O. (1994). Efecto de la asociación cempazúchil-jitomate en el daño producido por *Alternaria solani* en jitomate. Memorias del XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cuernavaca, Morelos, México. Resumen,p. 25.
- Rzedowski, G. C. y J. Rzedowski. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 22 pp.
- SAGARPA. (2014). Componente de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio. Programa Integral de Desarrollo Rural 2014. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/Documents/AgriculturaF/TOMATE%20DE%20CASCARA.pdf>.
- Salazar, W. 2009. Manejo agroecológico de nematodos fitopatógenos. Cuenta Reto del Milenio. UNAN-León. León, Nicaragua. p. 67.

- Sánchez-Pale, J. R., Quiñonez, R., Castañeda, A., Franco, O., Pedraza, A. (2019). Dinámica espacio temporal de *Thrips simplex* y *Frankliniella occidentalis* en *Gladiolus communis* L.. *Southwestern entologist* 44: 667-677.
- Santiaguillo, H. J. F., O. Vargas P., O. Grimaldo J., J. Sánchez M. y N. Magaña L. (2009). Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (*Physalis*) en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 31 p.
- Santiaguillo, H. J. F., Cedillo P. E. y Cuevas S. J. A. (2010). Distribución geográfica de *Physalis* spp. En México, UACH, Prometeo Editores, Edo. De México. p 118.
- Santiaguillo, O., Vargas, P., O. Grimaldo, J., N. Magaña, L., F. J. Caro, V., A. Peña, L. y J. Sánchez, M. (2012). Diagnóstico del Tomate de cáscara. Universidad Autónoma Chapingo. México. 46 p.
- Santiaguillo, H. J. F., Tarcicio C. S., Peña L. A. (2004). Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta X planta entre variedades de tomate de cáscara. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(1): 85-91.
- Sedaratian, A. Y., Fathipour, Talebi, A. A. and Farahani, S. (2010). Population density and spatial distribution pattern of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on different soybean varieties. *J. Agric. Sci. Technol.* 12: 275-288
- Sekamatte, B. M., Ogenga, M. and Russell, A. (2002). Effects of maize-legume intercrops on termite damage to maize, activity of predatory ants and maize yields in Uganda. *Crop Protection* 22: 87-93.
- Serrato-Cruz, M. A. (2004). Cempazúchil: diversidad biológica y usos. *Ciencia y Desarrollo*. Disponible en: <http://2006-2012.conacyt.gob>.

- mx/comunicacion/Revista/ArticulosCompletos/pdf/Cempoalxochilt. pdf. Fecha de Consulta: 7 Abr 2014.
- Serrato-Cruz M. A. (2006). COLECTA, CARACTERIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE *Tagetes erecta* L. COMO ORNAMENTAL. AVANCES. Departamento de Fitotecnia: Universidad Autónoma Chapingo.
- SIAP. (2019). Información de las Delegaciones de la SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: www.siap.gob.mx. Fecha de Consulta: 5 de febrero del 2020.
- SIAP (Sistema de información Agrícola y Pecuaria). 2017. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2019
- Silvia, G., Lagunes, J., Rodríguez, C. y Rodríguez, D. (2002). Insecticidas vegetales; Una vieja-nueva alternativa en el control de plagas. Revista Manejo Integrado de Plagas 66: 4-12.
- Solano, A. (2016). Protocolo para el manejo integrad de trips en pasifloras. Federacion colombiana de productores de placiforas. Disponible en: <http://fedepasifloras.org/en/wp-content/uploads/2016/12/MANEJOTRIPS.pdf>. Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2019
- Sreekala, C. S. and P. Raghava. (2003). Explotation of heterosis for carotenoid content in African marigold (*Tagetes erecta* L.) and its correlation with esterase polymorphism. Theor. Appl. Genet. 106:771-776.
- Subramaniyan, S. and Selvaraj, P. (1990). Effect of antagonisticintercrops on burrowing nematode in Robusta banana. South Indian Horticulture 38:216-217

- Supratoyo, L. M. (1993). Studies on the effect of *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* for controlling plant parasitic nematodes on banana. *Ilmu Pertanian* 5:681-691.
- Trenbath, B.R. (1993). Intercropping for the management of pests and diseases. *Field Crop Research*, 34: 381-405.
- Vargas, P. O., Valdivia, M. L. E. y Sánchez, M. J. 2014. Potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*Physalis* spp.) de México. *Agroproductividad* 1:17-23.
- Vázquez-García, L. M., Viveros-Farfán, I. M. G. y Salomé-Castañeda, E. 2002. Cempasúchil (*Tagetes* spp.). Recursos Fitogenéticos Ornamentales de México. Ed. Universidad del Estado de México. p 50.
- Vázquez, V. S., y Vázquez, C. S. (2007). Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Cuba: Editorial Universitaria.
- Vázquez-Rodríguez, J. C., Sánchez-del-castillo, F. y Moreno-Pérez, E. C. (2007). Producción de jitomate en doseles escaleriformes bajo Invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(1): 55-62. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/revistas/viewpdf?id=MTA4MQ==>. Fecha de consulta: 6 de febrero de 2020
- Vázquez-Villagran, G. (1994). Producción de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) solo y asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferente fecha de siembra, en Chapingo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. De México. 98 p.
- Velásquez, V. R., Mena, C., Amador, R. y Reveles, H. (2009). El virus de la marchitez manchada del jitomate afectando chile y jitomate en Zacatecas. Centro de investigación regional norte centro, Zacatecas. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP), Folleto técnico no. 20

- Whittington, D. P. and Zehr, E. I. (1992). Populations of *Criconebella xenoplax* on peach interplanted with certain herbaceous plants. *Journal of Nematology* 24:688-692
- Workman, P. J., and Martin, N. A. (2002) Towards integrated pest management of Thrips tabaci in onions. *New Zealand Plant Protection*, 55, 188-192
- Zavaleta Mejía, E. y Ochoa, M. D. L. (1992). Efecto de diferentes formas de asociación de jitomate-cempazúchil en la producción de jitomate e infección por *Nacobbus aberrans*. In: Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México, p 140
- Zavaleta-Mejía, E. and Gómez, R. O. (1995). Effect of *Tagetes erecta* L.-Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. *Fitopatología* 30:35- 45.
- Zavaleta-Mejía, E. y Gómez, R.O. (1993). Efecto de períodos de trasplante del cempaxúchitl (*Tagetes erecta* L.) y distanciamiento entre plantas en el manejo de algunos fitopatógenos en jitomate. Memorias del XX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Zacatecas, Zacatecas, México. Resumen, p. 54.
- Zavaleta-Mejía, E., Castro A. A. E. y Zamudio, G. V. (1993). Efecto del cultivo e incorporación de *Tagetes erecta* L. sobre la población e infección de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood en chile (*Capsicum annuum* L.). *Nematropica* 23:49-56.

X. ANEXOS



Figura 7. Primer riego, antes del trasplante



Figura 8. Delimitación del experimento



Figura 9. Colocación de trampas para la colección de trips y M.B.



Figura 10. Aplicación de herbicida preemergente



Figura 11. Planta de tomate de cáscara enferma



Figura 12. Planta de tomate de cáscara sana



Figura 13. Plántula de cempaxóchitl



Figura 14. Cosecha del tomate de cáscara



Figura 15. Riego con el experimento establecido y deshierbe



Figura 16. Experimento, cempaxóchitl en floarion y tomate de cáscara en producción