



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**



**MAESTRÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**Abundancia e identificación de trips en tomate de cáscara
(*Physalis philadelphica* L) y cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L).**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

Luis Demetrio Piña Hernández

Comité de Tutores:

Dr. Jesús Ricardo Sánchez Pale. Tutor académico

Dr. Álvaro Castañeda Vildozola. Tutor adjunto

Dr. Omar Franco Mora. Tutor adjunto

**El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Enero
2023**

Resumen

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam) es un cultivo con propiedades alimenticias en México, una de las principales limitantes fitosanitarias que afectan y reducen el rendimiento son los trips (Thysanoptera: Thripidae), que daña los tejidos, desprenden parte del tejido celular de hoja y flor, en ataques severos los botones florales no abren y se secan prematuramente. Algunas especies son vectores del virus marchitez manchada del tomate (TSWV). Para su control se ha utilizado diversos métodos entre los que destaca el control químico y biológico. Una posible alternativa cultural es el uso de arreglos espaciales combinados con plantas atrayentes o repelentes como el cempaxóchitl (*T. erecta* L). En el presente estudio se evaluó la dinámica poblacional de trips en *T. erecta* en monocultivo y en asociación con *P. philadelphica* en tres tipos de arreglos espaciales en dos localidades de Valle de Toluca. Los resultados del área bajo la curva, indicaron que la mayor densidad poblacional de trips se presentó en *T. erecta* en monocultivo, por arriba de la densidad determinada en *P. philadelphica* en monocultivo o en arreglo espacial asociado, durante todo el ciclo agrícola en las dos localidades evaluadas; aunado a un mayor rendimiento de tomate con el uso de arreglos espaciales respecto a monocultivo. En cuanto a las especies encontradas en tomate de cáscara fue *Frankliniella occidentalis* y en cempaxóchitl se encontraron tres especies de trips que fueron *Ceratothripoides brunneus*, *Frankliniella bruneri* y *Frankliniella occidentalis*. Por lo que se concluye que *T. erecta* tiene una cualidad adicional como planta atrayente natural de trips durante todas las etapas fenológicas de vida de la planta. Atrae diversidad de trips. *Frankliniella occidentalis* es el trips que ataca al cultivo de tomate de cáscara.

Palabras clave: abundancia, especies de trips, arreglo espacial, hospedante

Abstract

Tomatillo (*Physalis philadelphica* Lam) is native to the Americas, and thrips (Thysanoptera: Thripidae) are one of its main phytosanitary problems. These insects reduce tomatillo yield mostly by damaging the leaves, reducing the plant's photosynthetic capacity. However, during severe infestations, they also lead to floral buds remaining closed and drying prematurely. Thrips are generally controlled using synthetic pesticides. However, one possible cultural control alternative is the use of spatial arrangements in combination with attractive or repellent plants, such as Mexican marigold or cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L). In the present study, we evaluated the population dynamics of thrips on *T. erecta* and *P. philadelphica* in monoculture and in association with each other in three spatial arrangements in two localities in the Toluca Valley. The area under the curve of insect density indicated that the population density of thrips was highest in *T. erecta* monoculture, during the whole growing cycle in both localities evaluated, significantly higher than the density in *P. philadelphica* in monoculture in any of the spatial arrangements. All spatial arrangements had higher tomatillo yield compared to monoculture. Regarding the species found in husk tomato, it was *Frankliniella occidentalis* and in cempaxóchitl three species of thrips were found: *Ceratothripoides brunneus*, *Frankliniella bruneri* and *Frankliniella occidentalis*.

Therefore, it is concluded that *T. erecta* has an additional quality as a natural attractant plant for thrips during all the phonological stages of the plant's life. It attracts a variety of thrips. *Frankliniella occidentalis* is the thrip that attacks the husk tomato crop.

Keywords: abundance, thrips species, spatial arrangement, host

i. Índice

	Pág.
I. Introducción	1
II Revisión de literatura	4
2.1 Tomate de cáscara	4
2.1.1 Importancia	4
2.1.2 Clasificación taxonómica	4
2.1.3 Características botánicas	5
2.1.4 Métodos y densidad de siembra	6
2.1.5 Requerimientos edafológicos y climatológicos	6
2.1.6 Fenología de tomate de cáscara.	7
2.1.7 Principales plagas que lo dañan	8
2.2 Manejo de trips	10
2.2.1 Identificación de trips	11
2.3 Cempaxóchitl	15
2.4 Cultivo de cempaxóchitl	18
2.4.1 Morfología	18
2.4.2 Producción	19
2.4.3 Siembra	20
2.4.4 Cosecha	21
2.4.5 Plagas	21
2.4.6 Enfermedades	21

III	Justificación	23
IV	Hipótesis	24
V	Objetivo General	24
5.1	Objetivos específicos	24
VI.	Materiales y Métodos	25
6.1	Ubicación del ensayo	25
6.2	Material vegetal	26
6.3	Tratamientos	26
6.4	Diseño experimental	27
6.5	VARIABLES DE ESTUDIO	27
6.6	Toma de muestras para determinar especie y género de trips	28
6.7	Toma de muestra para abundancia de trips en cada unidad	29
6.8	Toma de muestra para rendimiento de tomate de cáscara	29
6.9	Análisis estadístico	29
VII	Resultados	31
7.1	Condiciones climáticas Tejocote	31
7.2	Cuantificación de Trips en la localidad el Tejocote	32
7.3	Condiciones climáticas El cerrillo	39
7.4	Cuantificación de trips en la localidad el cerrillo	40
7.5	Serie de experimentos de bloques al azar en localidades	47
7.6	Rendimiento de tomate de cáscara	55
7.7	Especies de trips asociadas a tomate de cáscara	56
7.8	Especies de trips asociadas a Cempaxóchitl	59

7.9	Capítulo 1. Artículo Científico	65
VIII	Discusión general	79
IX	Conclusiones	85
X	Referencias bibliográficas	86
IX	Anexos	102

ii. Índice de cuadros

No.		Pág.
1.	Actividad biológica de los extractos de <i>Tagetes erecta</i> L. sobre diferentes microorganismos o tejidos de mamíferos.	15
2	Descripción de los tratamientos que se utilizarán en el ensayo.	26
3.	Diseño experimental del ensayo de bloques al azar con 25 unidades experimentales.	27
4.	VARIABLES DE ESTUDIO	27
5.	Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips por cada fecha de muestreo en la localidad de El Tejocote en los diferentes tratamientos evaluados.	34
6.	Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en la localidad de El Tejocote en los diferentes tratamientos y repeticiones por cada fecha de muestreo.	35
7.	Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.	37
8.	Resultado de la prueba de comparación de medias para la variable de área bajo la curva del progreso de la densidad de trips.	38

9.	Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips en la localidad el cerrillo en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo.	42
10.	Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo en la localidad el cerrillo.	44
11.	Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.	46
12.	Resultado de la prueba de comparación de medias para la variable de área bajo la curva del progreso de la densidad de trips.	47
13.	Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips analizada en un arreglo de serie de experimentos en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo.	49
14.	Resultado de la comparación de medias para el factor localidad en la variable densidad de población de trips en serie de experimentos por cada fecha de muestreo.	50
15.	Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en serie de experimentos en los diferentes tratamientos considerando las dos localidades por cada fecha de muestreo.	51
16.	Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.	53
17.	Resultado de los valores obtenidos por localidad (a) y por tratamiento (b) para la variable de área bajo la curva del progreso de Trips.	54
18.	Rendimiento en localidad El Cerrillo	55
19.	Rendimiento en localidad El Tejocote	55

iii. Índice de figuras

No.		Pág.
1.	Fenología del tomate de cáscara (Tomada del Componente de Agricultura Familiar Periurbana de Traspatio (SAGARPA, 2014)).	8
2.	Dorsal de trips (Goldaranzena, 2015)	13
3.	Ventral de trips (Goldaranzena, 2015)	14
4.	Morfología de <i>Tagetes erecta</i> L	19
5.	Temperatura (°C) y precipitación (mm) registrada durante el desarrollo del ensayo, en la localidad de “El Tejocote”.	31
6.	Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en la localidad del Tejocote, Toluca. (T1: Tomate en unicultivo; T2: Cempaxóchitl unicultivo 2; T3: (2C-3T-2C); T4: (2C-0-1T-0-2C); T5: (1C-2T-1C-2T-1C)).	32
7.	Temperatura (°C) y precipitación (mm) registrada durante el del ensayo, localidad El Cerrillo.	39
8.	Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en la localidad del Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca. (T1: Tomate en unicultivo; T2: Cempaxóchitl en unicultivo 2; T3: (2C-3T-2C); T4: (2C-0-1T-0-2C); T5: (1C-2T-1C-2T-1C)).	40
9.	<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande. Femenino.	56
10.	Cabeza femenina <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	57
11.	Pronoto femenino <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	57
12.	Ovipositor <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	58

13.	Genitalia (macho) <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	58
14.	Hembra <i>Ceratothripoides brunneus</i> Bagnall	59
15.	Cabeza femenina <i>Ceratothripoides brunneus</i> Bagnall	60
16.	Pronoto femenino <i>Ceratothripoides brunneus</i> Bagnall	
17.	Cepillo entre segmento abdominal VIII y IX <i>Ceratothripoides brunneus</i> Bagnall (Femenino)	61
18.	Ovipositor <i>Ceratothripoides brunneus</i> Bagnall	61
19.	Hembra <i>Frankliniella bruneri</i> Watson	62
20.	Cabeza femenina <i>Frankliniella bruneri</i> Watson	62
21.	Pronoto femenino <i>Frankliniella bruneri</i> Watson	63
22.	Cepillo medio entre segmento abdominal VIII y IX <i>Frankliniella bruneri</i> Watson (Femenino)	63
23.	Ovipositor <i>Frankliniella bruneri</i> Watson	64

I. Introducción

La horticultura se extiende de punta a punta y de extremo a extremo de la República Mexicana, abarcando un gran número de especies de plantas para consumo humano, entre las que destacan Jitomate, chiles, pepinos y el tomate de cáscara. 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 aunque Santiaguillo *et al.* (2012) reportan a 71 especies, y sólo *P. philadelphica* Lam. (Sinónimo de *P. ixocarpa* Brot) y *P. angulata* L., son cultivadas.

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 los trips, que de no controlarse a tiempo pueden llegar a afectar severamente el fruto y por ende el rendimiento.

Los Trips afectan 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.

En los últimos años, la flor de cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L) 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 fue cuantificar el efecto repelente/atrayente de *Tagetes erecta*, solo y en asociación con *Physalis philadelphica* para cuantificar y reconocer las especies de trips asociadas con este agrosistema.

II. Revisión de literatura

2.1 Tomate de cáscara

2.1.1 Importancia

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 2,394.21 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).

2.1.2 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheophyta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis philadelphica*

Fuente: NCBI (2020).

2.1.3 Características botánicas

Es una planta herbácea erecta y ramificada, tallos y ramas sin pubescencia. Las hojas están constituidas en peciolo 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 (Conabio, 2017; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

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 (Conabio, 2017; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

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).

2.1.4 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).

2.1.5 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 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 más 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 ácido (Ibídem, 1994).

2.1.6 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 cáscara 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

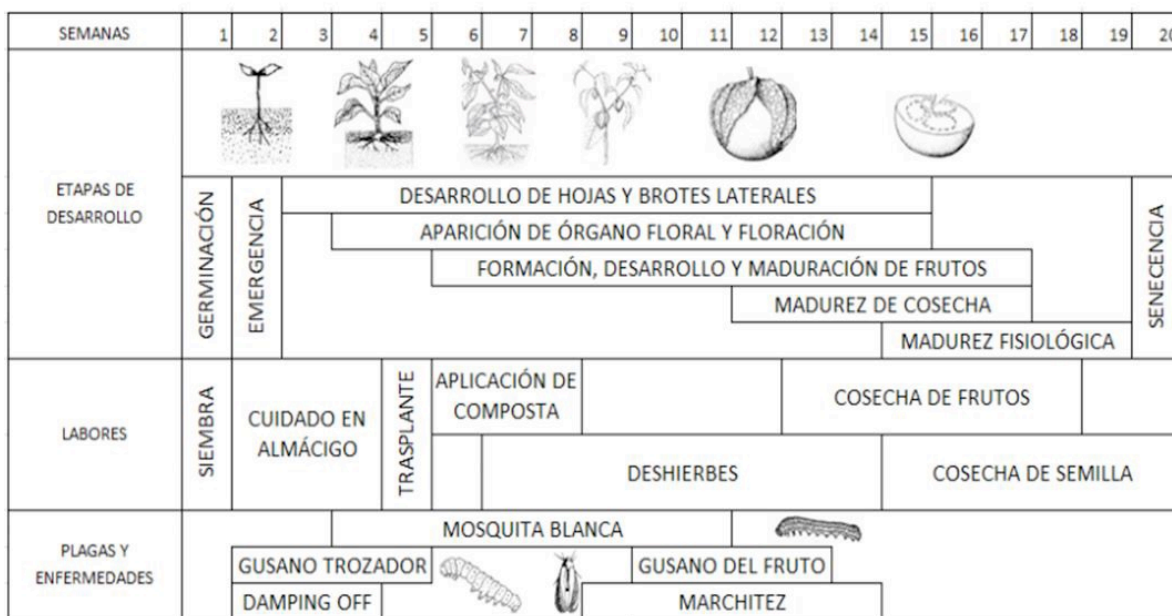


Figura 1. Fenología del tomate de cáscara (Tomada del Componente de Agricultura Familiar Periurbana de Traspatio (SAGARPA, 2014)).

2.1.7 Principales plagas que lo dañan

- 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).

- 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).
- 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).
- 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).
- 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).

Trips de las flores (Thysanoptera: Thripidae) 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).

2.2 Manejo de trips

El control trips es mayormente químico ya que es una plaga que rápidamente rebasa 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.

Manejo de trips se ha basado en 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 seis 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 (seis 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 y 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*, *Paecylomices lilacinus*, *Metarhizium 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.)

Según Lewis *et al.* (1997) *F. occidentalis*, *T. palmi* y *T. tabaci* se consideran como las principales plagas de pepino, chile, tomate, cebolla y calabacita, provocan daños directos e indirectos; los primeros los ocasionan larvas y adultos al alimentarse del contenido de células de las plantas, con la consecuente disminución de la capacidad fotosintética (Shipp *et al.*, 2000).

2.2.1 Identificación de trips

Los trips son insectos de muy pequeño tamaño, oscilando las especies entre 0.3 y 14 mm de longitud. Tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, pasando por las distintas tonalidades del castaño. Los adultos pueden ser alados o ápteros. Las cuatro alas son alargadas, estrechas con largas sedas o cilios en los bordes, que aumentan su superficie cuando se encuentran en vuelo. En reposo se pliegan sobre el dorso del tórax y el abdomen. La cabeza muestra una clara asimetría de sus partes

bucales, estando únicamente la mandíbula izquierda desarrollada y acabada en un cono. El aparato bucal es de tipo picador succionador, con importantes adaptaciones según el tipo de alimentación, pues hay especies fitófagas, carnívoras, ectoparásitas y micófagas. Los adultos poseen las uñas de los tarsos muy poco desarrolladas y están transformadas en unos escleritos que forman una estructura a modo de ventosa denominada arolio que puede dilatarse hidrostáticamente, de forma que el insecto puede caminar sobre cualquier tipo de superficie. Las antenas están formadas por seis a nueve artejos (I – VI segmentos de antena fig. 2) con órganos sensoriales diferenciados. Las hembras de los Terebrantia tienen un ovopositor falciforme que les permite incrustar los huevos en el tejido vegetal. Sin embargo, las hembras de los Tubulifera carecen de oviscapto depositando los huevos en el suelo o sobre el tejido vegetal. El ciclo vital es intermedio entre holometabolía y hemimetabolía (Moritz *et al.*, 2004).

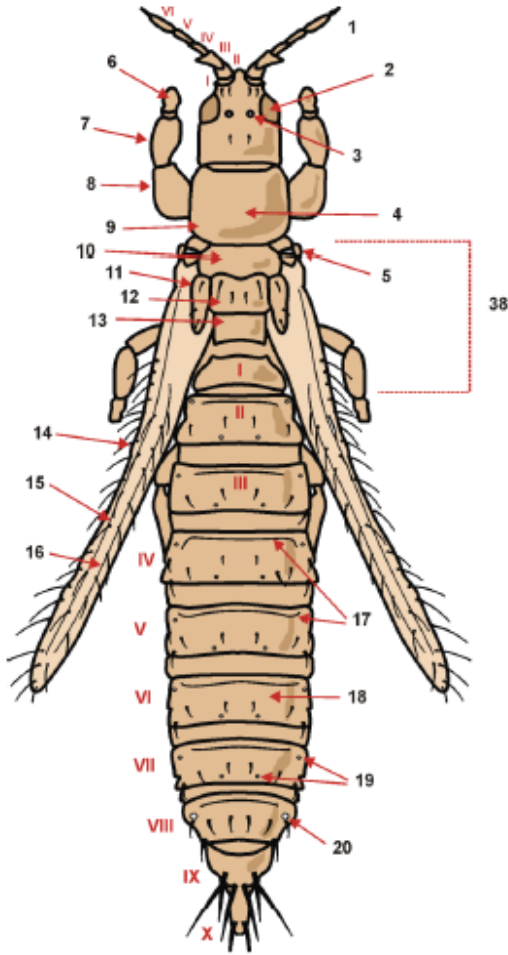
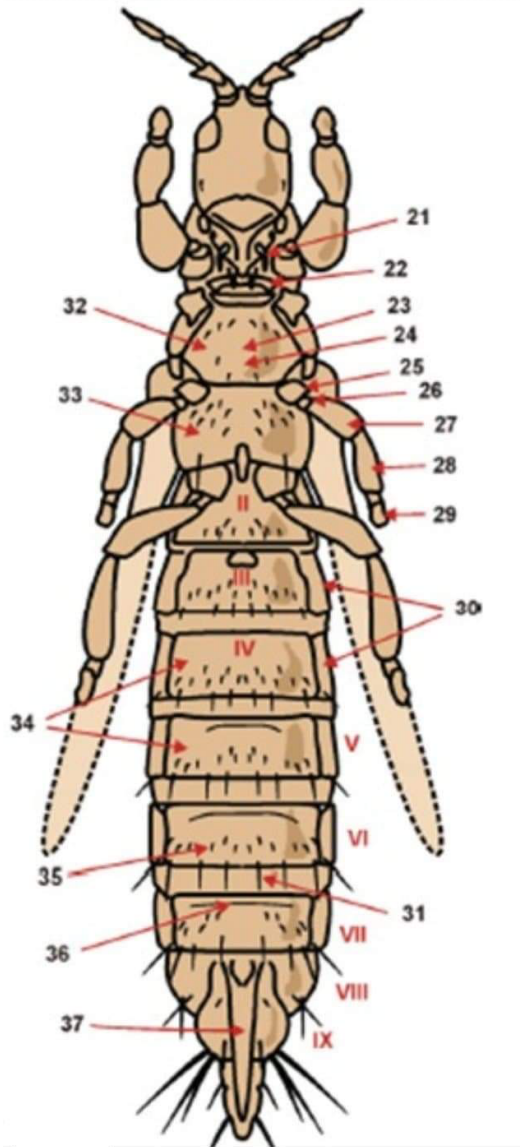


Figura 2. Dorsal de trips (Goldaranzena, 2015)

Hábito dorsal y ventral de Terebrantia. 1. Antena; 2. Ojo compuesto; 3. Ocelos; 4. Cono bucal; 5. Espiráculo; 6. Tarso; 7. Tibia; 8. Fémur; 9. Pronoto; 10. Mesonoto; 11. Clavus; 12. Metanoto; 13. Metaescutelo; 14. Vena costal; 15. Vena principal; 16. Vena secundaria; 17. Línea subbasal; 18. Terguitos; 19. Sensilos campaniformes; 20. Espiráculos; 21. Palpo maxilar; 22. Fema; 23. Espínula; 24. Furca; 25. Coxa; 26. Trocánter; 27. Fémur; 28. Tibia; 29. Tarso; 30. Pleuroesternito; 31. Sedas posteromarginales; 32. Mesosterno; 33. Metasterno; 34. Estermitos; 35. Sedas discales; 36. Línea sub-basal; 37. Ovipositor; 38. Pterotórax.



21. Palpo maxilar; 22. Furca; 23. Espínula;
 24. Furca; 25. Coxa; 26. Trocánter; 27. Fémur;
 28.
 Tibia; 29. Tarso; 30. Pleuroesternito; 31. Sedas
 posteromarginales; 32. Mesosterno; 33.
 Metasterno;
 34. Estermitos; 35. Sedas discales; 36. Línea
 sub-basal; 37. Ovipositor; 38. Pterotórax.

Figura 3 Ventral de trips
 (Goldaranzena, 2015)

Para la identificación de las especies de Thysanoptera se utilizó la fuente “The Thrips, or Thysanoptera of Illinois” de Lewis J. Stannard (1998).

2.3 Cempaxóchitl

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 1. 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); Hernández, (1999).

Las inflorescencias de cempaxóchitl (*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 cempaxóchitl 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 Waudo, 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 multincinctus* (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 annuum* 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.

2.4 Cultivo de cempaxóchitl

2.4.1 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 4. Morfología de *Tagetes erecta* L.



2.4.2 Producción

Anualmente alrededor de 615,000 toneladas de cempaxóchitl 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).

2.4.3 Siembra

El cempaxóchitl 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 cempaxóchitl 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 fisico-químicas que posee (Vázquez-García *et al.*, 2002).

Por los usos e importancia del cempaxóchitl se consideran tres tipos de cultivo diferentes que son: cultivo para cosecha de capítulo, 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 germinación, 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 cempaxóchitl como flor de corte para las festividades de muertos (Vázquez-García *et al.*, 2002) (Serrato-Cruz, 2022).

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) (Serrato-Cruz, 2022).

2.4.4 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).

2.4.5 Plagas

Dentro del cultivo de cempaxochitl sus principales plagas son: Diabrotica (*Diabrotica balteata*), gusanos trozadores (*Agrotis* spp.), frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*); estas plagas no reeditúan 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 cempaxóchitl 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.

2.4.6 Enfermedades

Este cultivo puede presentar como enfermedad a la cenicilla polvorienta que es causada por *Oidium* 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).

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. Trips es una plaga que afecta altamente el rendimiento del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis Philadelphica*), en esta tesis se estudiara el efecto de la asociación del cultivo de tomate de cáscara con el cultivo de cempaxóchitl y que especies de trips presentes en cada uno de los tratamientos y su porcentaje de densidad, e identificar que especie de trips asociadas al cultivo de tomate de cáscara.

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 y se ha investigado en el uso de estrategias de menor impacto como es la asociación de cultivos y sus posibles efectos, por lo que en el presente trabajo se pretende estudiar la planta de cempaxóchitl en asociación y su posible efecto repelente o atrayente natural de trips.

IV. Hipótesis

“*Tagetes erecta* L, presenta un efecto atrayente sobre al menos una especie de trips cuando se cultiva en asociación con *Physalis philadelphica*”

V. Objetivo general

Cuantificar y reconocer las especies de trips presentes en tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), solo y en asociación con cempaxóchitl (*Tagetes erecta*), en dos localidades del Valle de Toluca.

5.1 Objetivos específicos

- a) Cuantificar los porcentajes de densidad de cada especie de trips en tomate de cáscara solo y en asociación con cempaxóchitl.
- b) Evaluar rendimiento de tomate de cáscara en campo abierto, solo y en asociación con cempaxóchitl.
- c) Determinar las especies de trips asociadas al cultivo de tomate de cáscara y cempaxóchitl.

VI. Materiales y Métodos

6.1 Ubicación del ensayo

El trabajo experimental se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), localizada 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). A sí mismo una segunda repetición se estableció en la Colonia "El Tejocote" ubicada a 8 km de la ciudad de Toluca, México, en una ubicación geográfica de 19°32'946'' Latitud Norte y 99°32'946'' Longitud Oeste, y a una altura sobre el nivel del mar de 2667 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 793 mm, con una temperatura media anual de 13.3 °C. El tipo de suelo predominante es franco arenoso de origen volcánico.

Durante el desarrollo del ensayo se registró la precipitación 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.

6.2 Material vegetal

Se utilizaron plántulas de tomate de cáscara tipo manzano procedentes de Ixtlahuaca y plántulas de cempaxóchitl criollo del municipio de Calimaya.

6.3 Tratamientos

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos que se utilizarán en el ensayo.

T1	T2	T3	T4	T5
				Uno de
Tomate de	Cempaxóchitl	2 surcos de	2 surcos de	cempaxóchitl
cáscara en	en unicultivo	cempaxóchitl a	cempaxóchitl	dos de tomate
unicultivo	(cempaxóchitl en	los extremos y	en los extremos	uno de
(Tomate en	Unicultivo)	3 surcos de	seguido de uno	cempaxóchitl
unicultivo)		tomate al centro	vacío y uno de	dos de tomate y
		(2C-3T-2C)	tomate	uno de
			(2C-0-1T-0-2C)	cempaxóchitl
				(1C-2T-1C-2T-1C)

El método de siembra en tomate de cáscara fue de trasplante de plántula, a 40 cm de separación entre planta y planta mientras el cempaxóchitl la distancia fue de 25 cm entre planta y planta. El total de surcos de cada tratamiento fueron de 7 surcos. El área de cada unidad experimental fue de 5.6 m por 10 m.

6.4 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, que originaron un total de 25 unidades experimentales. La unidad experimental fue de 56 m² y en cada una se colocaron dos trampas para la captura de trips.

Cuadro 3. Diseño experimental del ensayo de bloques al azar con 25 unidades experimentales.

	T5	T2	T4	T3	T1
	Pasillo de 2 m				
	T1	T2	T3	T5	T4
	Pasillo de 2 m				
	T3	T4	T1	T5	T2
	Pasillo de 2 m				
	T2	T1	T4	T3	T5
	Pasillo de 2 m				
↓	T4	T1	T3	T2	T5

6.5 Variables de estudio

Las variables a evaluar se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Variables de estudio

Abundancia de trips en cada unidad	% de cada especie y genero
------------------------------------	----------------------------

Determinar especie y genero de trips	Rendimiento
--------------------------------------	-------------

6.6 Toma de muestras para determinar especie y genero de trips

La captura y extracción de trips se realizó directamente a la flor con ayuda de un pincel de pelo de camello 0, se depositó cada ejemplar en un frasco con alcohol al 70 % (Quiñones, 2020), identificándolos con los datos de recolecta, fecha, tratamiento, repetición, comunidad y nombre del recolector.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México donde se procesaron para su montaje e identificación. La preparación de las muestras consistió en separar y contar los trips de cada frasco para deshidratarlos con alcohol al 96 % por 10 a 15 min, se pasó a alcohol absoluto durante 10 min, y un tratamiento final con xileno por 1 min. El montaje se realizó en placa con un microscopio estereoscópico y un alfiler entomológico para la manipulación de los trips en el bálsamo de Canadá (Quiñones, 2020). Cada ejemplar se separó y colocó en la mejor posición sin romper las alas, patas, antenas y centró el insecto, cubriéndolo con un cubreobjetos para colocar las etiquetas, la etiqueta del lado izquierdo indicó el género, la especie y símbolo de sexo, el nombre del descriptor y el nombre del identificador; la etiqueta de la derecha llevó el lugar y fecha de captura de la especie donde se capturó (estado, municipio, comunidad, día, mes, año) y nombre del recolector.

En la identificación y determinación específica se tomó como referencia los caracteres morfológicos observados en el microscopio óptico de cada uno de los especímenes y se

emplearon las claves propuestas por Lewis (1998), Mound y Marullo (1996) y Moulton (1948) para el grupo taxonómico.

6.7 Toma de muestra para abundancia de trips en cada unidad

Para cuantificar la densidad de población de los insectos plaga en cada unidad experimental, se realizó muestreos con trampas amarillas, utilizando vasos de plástico del # 8 con una cubierta de aceite vegetal comestible para monitorear las poblaciones a través de dos trampas puestas al azar por cada parcela útil. A los siete días después del trasplante (DDT) del ensayo. Se realizó un muestreo por semana durante 133 días del ciclo del tomate de cáscara, los muestreos se realizaron siguiendo un patrón de bloques completos al azar. En cada fecha de muestreo se visualizaron y se registró el número de adultos de trips encontrados en cada repetición por tratamiento con ayuda de una lupa de aumento 10X.

6.8 Toma de muestra para rendimiento de tomate de cáscara

Para calcular el rendimiento por ha^{-1} en tomate de cáscara se tomaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental en donde había tomate y exponerla a las plantas promedio que hay en una ha^{-1}

6.9 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 capturados por cada fecha de evaluación se usaron 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 $\alpha = 0.05\%$.

VII. Resultados

Localidad el tejocote

7.1 Condiciones climáticas Tejocote

Durante el desarrollo del ensayo las temperaturas promedio oscilaron entre los 15.54 a 15.62°C (Figura 5), que de acuerdo con Bryan y Smith (1956) son favorables para el desarrollo de Trips.

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 5).

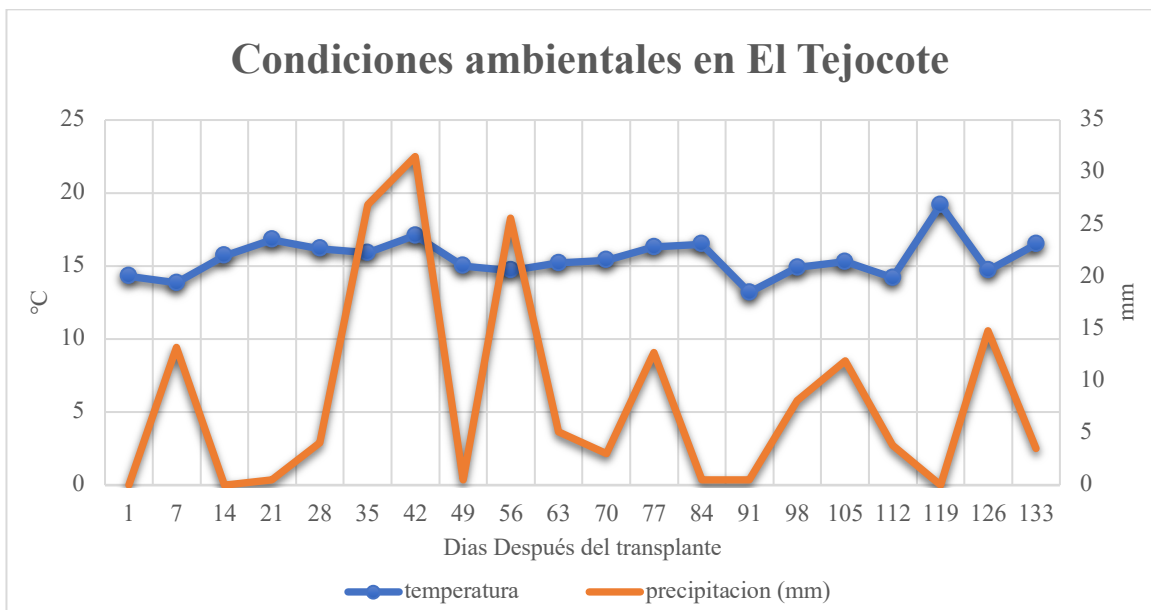


Figura 5. Temperatura (°C) y precipitación (mm) registrada durante el desarrollo del ensayo, en la localidad de “El Tejocote”.

7.2 Cuantificación de Trips en la localidad el Tejocote

La presencia de trips ocurrió durante todo el ciclo del tomate y cempaxóchitl, aunque su presencia fue notable en la parcela de cempaxóchitl sin asociación o solo, desde la etapa vegetativa hasta floración (Figura 6), 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 en tomate de cáscara solo o sin asociación.

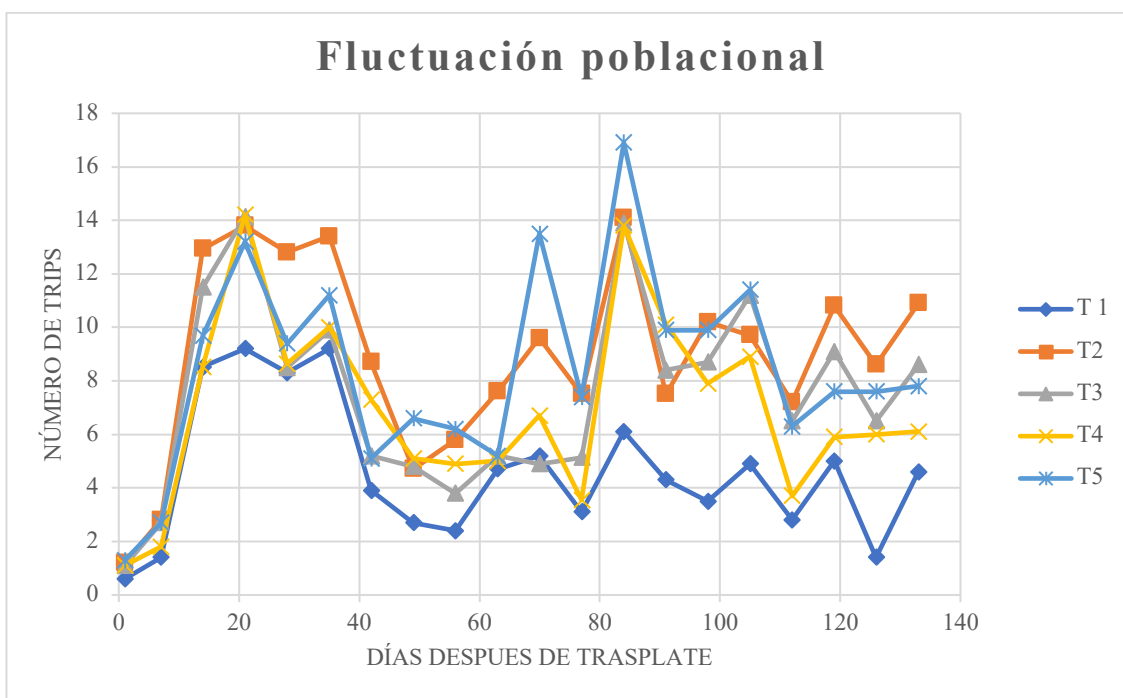


Figura 6. Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en la localidad del Tejocote, Toluca. (T1: Tomate en unicultivo; T2: Cempaxóchitl unicultivo 2; T3: (2C-3T-2C); T4: (2C-0-1T-0-2C); T5: (1C-2T-1C-2T-1C)).

Se determinaron 6 picos poblacionales en intervalos de 20 días. La mayor abundancia se presentó a los 84 DDT. El análisis de varianza indicó la existencia de diferencia altamente significativa para la variable densidad de trips los 7, 70, 98, 112, 119, 126 y 133 días después del

trasplante; pero en el resto de las fechas de muestreo DDT careció de diferencia significativa (Cuadro 5). 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 5. Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips por cada fecha de muestreo en la localidad de El Tejocote en los diferentes tratamientos evaluados.

FV	GL	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
Modelo	9	27.5ns	3.7**	27.5ns	32.6*	11.4ns	36ns	9.7ns	11.6*	15.4*	10.8*
Repetición	4	35.5ns	5.5**	35.5ns	43*	5.3ns	58.9*	0.8ns	13.7*	18.9*	14.8*
Tratamiento	5	19.5ns	1.9*	19.5ns	22.2ns	17.5ns	13.6ns	18.5ns	9.6ns	11.9ns	6.8ns
Error	15	17	0.5	18.9	12.9	7.4	20.6	8.5	4.2	6.2	4.2
Total	24										
Media		10.2	2.3	10.2	12.9	9.5	10.7	6.0	4.7	4.6	5.5
C.V. %		42.7	33.3	42.7	27.9	28.5	42.3	48.4	43.2	54.2	37.1

Continuación cuadro 5

FV	GL	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
Modelo	9	45.6*	16.7**	64.2ns	18.4ns	20.1*	19.2ns	14.3**	18.2*	29.3**	18ns
Repetición	4	26.3ns	11.9**	46.5ns	9.2ns	3.7ns	3.8ns	10.1*	8.8ns	20.2**	8.1ns
Tratamiento	5	64.9**	21.5**	81.8ns	27.6ns	36.4**	34.4ns	18.5**	27.6**	38.4**	28.9*
Error	15	12.3	1.4	43.2	15.2	8.7	12.9	3.4	6	3	8.2
Total	24										
Media		7.9	5.3	12.9	8	8	9.2	5.3	7.6	6	7.6
C.V. %		43.9	22.5	50.7	48.6	36.7	39	34.9	32	28.9	37.8

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

Cuadro 6. Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en la localidad de El Tejocote en los diferentes tratamientos y repeticiones por cada fecha de muestreo.

Trat	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
T1	8.3	1.4	8.5	9.2	8.3	9.2	3.9	2.7	2.4	4.7
T2	12.9	2.8	12.9	13.8	12.8	13.4	8.7	4.7	5.8	7.6
T3	11.5	2.7	11.5	14.1	8.5	9.9	5.2	4.8	3.8	5.2
T4	8.3	1.8	8.3	14.2	8.6	10	7.3	5.1	4.9	5
T5	9.6	2.7	9.6	13.2	9.4	11.2	5.1	6.6	6.2	5.2

Continuación de cuadro 6

	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
T1	5.2b	3.1c	6.1	4.3	3.5b	4.9b	2.8b	5b	1.4b	4.6b
T2	9.6ab	7.5a	14.1	7.5	10.2a	9.7ab	7.2a	10.8a	8.6a	10.9a
T3	4.9b	5.1bc	13.9	8.4	8.7ab	11.2a	6.5a	9.1ab	6.5a	8.6ab
T4	6.7ab	3.5c	13.8	10.1	7.9ab	8.9ab	3.7ab	5.9b	6a	6.1ab
T5	13.5a	7.4ab	16.9	9.9	9.9a	11.4 ^a	6.3ab	7.6ab	7.6a	7.8ab

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

La separación de medias de la fluctuación poblacional (cuadro 6) indicó que el tratamiento T2 (cempaxóchitl en unicultivo) presentó la mayor densidad pero no fue sino hasta los 70 DDT de cuando se comenzó a observar diferencia significativa entre los tratamientos, esta fecha coincide con la plena floración de las plantas de cempaxóchitl.

Por otro lado, la mayor densidad poblacional en tomate de cáscara se presentó a los 21 y 35 DDT, con una tendencia continua a descender hasta la etapa de cosecha, efecto similar se observó en los dos tratamientos de tomate asociado con cempaxóchitl a excepción del tratamiento 5.

Los resultados del análisis de varianza para los valores obtenidos del área bajo de curva del progreso de trips, indicó la existencia de diferencia altamente significativas para modelo y para los tratamientos (Cuadro 7), por lo que al menos un tratamiento se comportó de manera diferente.

Cuadro 7. Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.

	FV	GL	CM
Modelo		8	156402.613**
Repetición		4	46893.325ns
Tratamiento		4	265911.900**
Error		16	20501.850
Total		24	
Media			990.8000
C.V.%			14.45142

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

La separación de medias indicó que el tratamiento T1 (Tomate en unicultivo) fue estadísticamente diferente a todos los tratamientos en donde se utilizó a cempaxóchitl asociado, al presentar el menor valor del área bajo la curva. Por lo que se evidencia que cempaxóchitl expresó la característica de atraer a los trips durante todo su ciclo de cultivo cuando estuvo asociado con tomate de cáscara, pero tuvo una mayor expresión de atraer trips cuando su arreglo espacial fue unicultivo.

Cuadro 8. 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
T2-cempaxóchitl en unicultivo	1216.40a*
T5-1T-2P-1T-2P-T1	1149.80ab
T3-2T-3P-2T	1014.40bc
T4- 2T-0-1P-0-2T	949.00c
T1 Tomate en unicultivo	624.40d

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

Parcela en El cerrillo

7.3 Condiciones climáticas El cerrillo

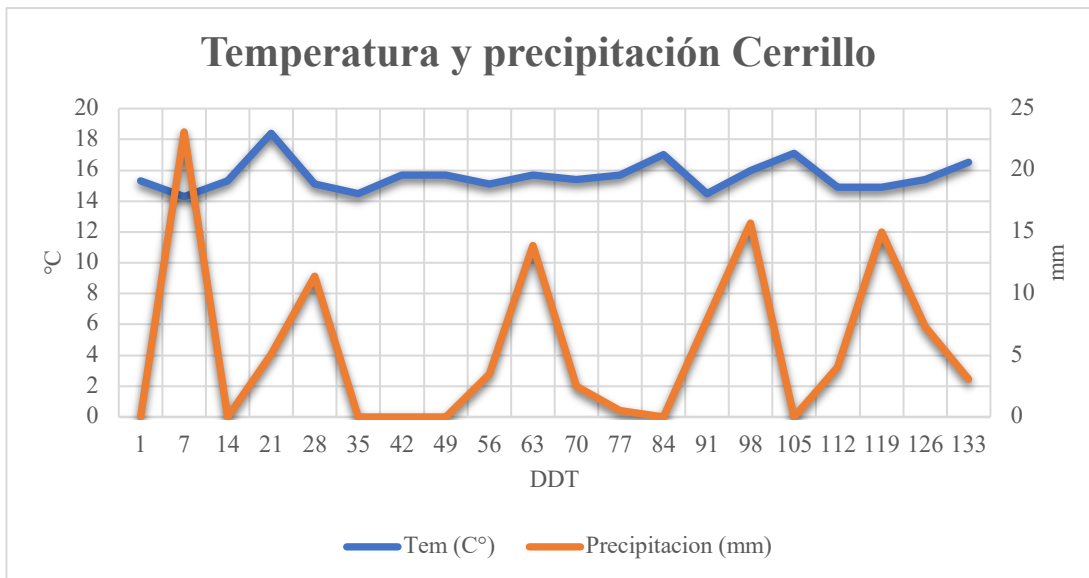


Figura 7. Temperatura (°C) y precipitación (mm) registrada durante el del ensayo, localidad El Cerrillo.

Durante el desarrollo del ensayo las temperaturas promedio oscilaron entre los 14 a 17° C

(Figura 7), observándose picos por arriba de los 20 mm de precipitación por día. Se observó que en la fecha donde las temperaturas estuvieron por arriba de los 15C (Figura 7), se incrementó la densidad de trips (Figura 8) pero con altas precipitaciones la densidad disminuyó.

7.4 Cuantificación de trips en la localidad el cerrillo

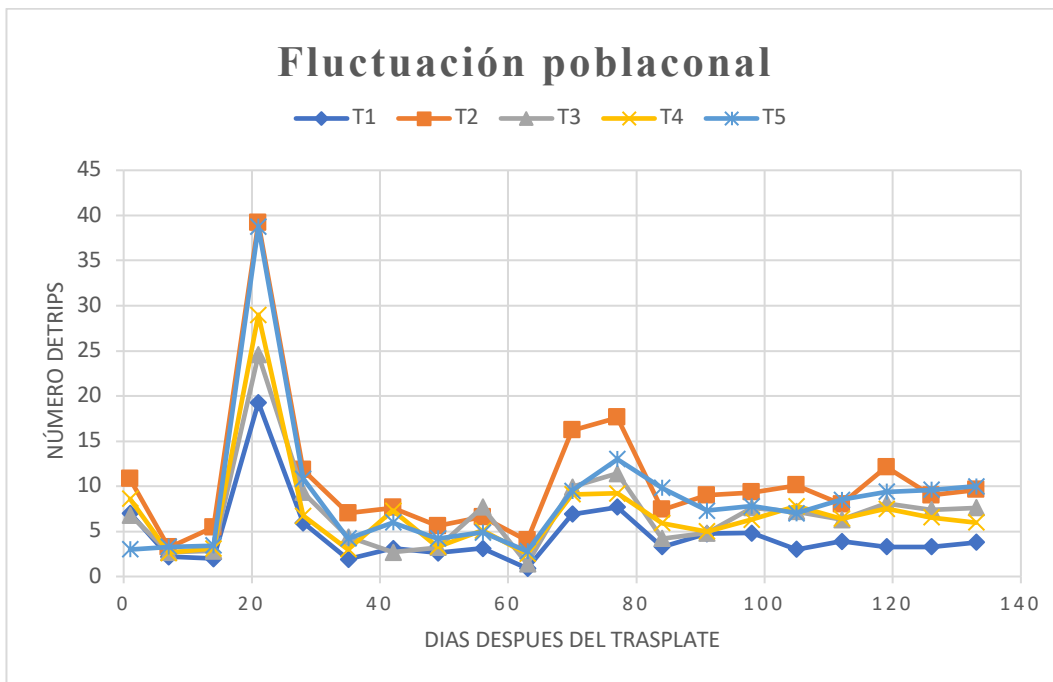


Figura 8. Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en la localidad del Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca. (T1: Tomate en unicultivo; T2: Cempaxóchitl en unicultivo 2; T3: (2C-3T-2C); T4: (2C-0-1T-0-2C); T5: (1C-2T-1C-2T-1C)).

Se determinaron 4 picos poblacionales en intervalos 20 y uno de 40 DDT, siendo el tratamiento 2 (cempaxóchitl solo) y tratamiento 5 (uno de cempaxóchitl, dos de tomate, uno de cempaxóchitl, dos de tomate y uno de cempaxóchitl), con más presencia de trips que el resto de los tratamientos (Figura 8).

El análisis de varianza indicó la existencia de diferencia altamente significativa para la variable densidad de trips los 14, 21, 35, 42, 49, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 122, 119, 126 y 133 días después del trasplante; pero en 0, 7, 28 y 56 DDT careció de diferencia significativa (Figura 8).

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. En ocho fechas de muestreo se excedió la densidad de 10 trips por trampa.

Cuadro 9. Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips en la localidad el cerrillo en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo.

FV	GL	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Modelo	9	42.2ns	7.7**	8.5**	235.1ns	26.2ns	11.2**	18.3*	5.9*	7.9ns	5.6**	52.4**
Repetición	4	41.3ns	14.4**	8.8*	27.6ns	20.2ns	4.3ns	9.9ns	4.6ns	0.5ns	3.9*	44*
Tratamiento	5	41.7ns	1.1ns	8.2*	442.4*	32.1ns	18.2**	26.7*	7.1*	15.4ns	7.4**	60.7**
Error	15	23.9	0.6	2.3	119.2	16.5	2	7.5	2.2	6.9	1.2	12.8
Total	24											
Media		7.2	2.86	3.3	29.7	8.9	4.1	5.3	3.7	5.4	2.3	10.3
C.V. %		67.8	28.9	45.5	36.7	45.5	34.8	51.5	40.5	48.1	47.4	34.7

Continuación de cuadro 9

FV	GL	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
Modelo	9	52.4**	38.1**	22.9**	11.4ns	12.1**	19.9**	12.6**	26.5**	16.9*	18.1*
Repetición	4	44*	2.7ns	12.3*	4.7ns	9.9*	7*	9.16*	1.6ns	3ns	3.1ns
Tratamiento	5	60.7**	73.5**	33.5**	18.2*	14.3**	32.8**	16.2**	51.3**	30.8**	32.2*
Error	15	12.8	8	4	5.6	2.7	2.2	2.9	1.6	5.2	5.8
Total	24										
Media		10.3	11.7	6.1	6.1	7.1	7	6.6	8	7.1	7.4
C.V. %		34.7	24	32.7	38.6	23.3	21.2	25.7	15.7	31.9	32.5

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

Cuadro 10. Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo en la localidad el cerrillo.

Trat										
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
T1	7	2.2	1.9b	17.2b	5.9	1.9b	3.1	2.6b	3.1	0.9b
T2	10.8	3.3	5.4 ^a	39.2 ^a	11.7	7 ^a	7.6	5.6 ^a	6.6	4 ^a
T3	6.8	2.7	2.6ab	24.5ab	9.3	4.4ab	2.7	3ab	7.7	1.4b
T4	8.6	2.6	3.1ab	29ab	6.7	3b	7.3	3.3ab	5.1	2.5ab
T5	2.8	3.3	3.4ab	38.7 ^a	10.8	4.2b	6	4.2ab	4.9	2.8ab

Continuación de cuadro 10

Trat	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
T1	6.9b	7.7b	3.3c	4.7	4.8b	3c	3.9b	3.3c	3.3b	3.8b
T2	16.2 ^a	17.6 ^a	7.4ab	9	9.3 ^a	10.1 ^a	8 ^a	12.1 ^a	9 ^a	9.6 ^a
T3	9.9ab	11.4b	4.2bc	4.8	7.6ab	7.2b	6.3ab	8.1b	7.4ab	7.6ab
T4	9.1b	9.2b	5.9bc	5	6.3ab	7.8ab	6.4ab	7.5b	6.5ab	6ab
T5	9.5ab	13ab	9.8 ^a	7.3	7.8ab	7b	8.5 ^a	9.4b	9.6 ^a	10 ^a

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

Los resultados de separación de medias (cuadro 9) indican que el tratamiento T2 (cempaxóchitl en unicultivo) presentó la mayor densidad de insectos a los 21, 70 y 77 DDT, que fueron estadísticamente diferente a los tratamientos restantes; seguido por el tratamiento T5 (asociación de tomate con cempaxóchitl); a los 77 DDT se presentó el pico poblacional de la plaga en cempaxóchitl sin asociar que coincide con el inicio de la etapa fenológica de floración en cempaxóchitl. 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 cempaxóchitl a excepción del tratamiento 5.

El análisis de varianza para los valores del área bajo la curva del progreso de trips en los diferentes tratamientos evaluados, indicó la existencia de diferencia altamente significativa para el modelo y para tratamientos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.

	FV	GL	CM
Modelo		8	220147.610**
Repetición		4	10307.560ns
Tratamientos		4	429987.660**
Error		16	15768.685
Total		24	
Media			1008.080
C.V.%			12.45669

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

Respecto a la separación de medias, el tratamiento en arreglo espacial de Tomate solo, presentó la menor área bajo la curva, y fue estadísticamente diferente a los tratamientos en cuyo arreglo espacial estuvo asociado cempaxóchitl. Este comportamiento fue muy similar y consistente al determinado en a localidad del tejocote, por lo que el efecto de atraer trips por la planta de cempaxóchitl se confirma en esta segunda localidad.

Cuadro 12. 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
T2-cempaxochitl en Unicultivo	1395.00a*
T5-1T-2P-1T-2P-T1	1167.60b
T4- 2T-0-1P-0-2T	935.60c
T3-2T-3P-2T	931.20c
T1 Tomate en unicultivo	611.00d

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

7.5 Serie de experimentos de bloques al azar en localidades

Para conocer el efecto comportamiento de cada uno de los tratamientos en las dos localidades, los datos se analizaron en serie de experimentos que permite evaluar la interacción entre el medio ambiente y el material experimental.

El análisis de varianza indicó diferencia en el modelo y tratamientos, así como alta diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Cuadro 13) en las diferentes fechas de muestreo. A los 0 y 7 DDT se careciendo de diferencia significativa para el factor

tratamientos; mientras que se encontró diferencia significativa a los 7,35, 49, 63, 70, 112, 126 y 130 DDT para el factor localidades (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza obtenidos en la variable densidad de la población de trips analizada en un arreglo de serie de experimentos en los diferentes tratamientos por cada fecha de muestreo.

FV	GL	0	7	14	21	28	35	42	49	56
Modelo	17	51.4**	5.6**	51.47**	334.6**	18ns	54.8**	13.5ns	9.0**	11.5ns
Localidad	8	22.2ns	9.9**	22.2ns	35.3ns	12.8ns	31.6*	5.4ns	9.2*	9.7ns
Loc*Trat	4	4.1	0.2ns	4.7ns	169.7*	6.9ns	1.2ns	4.0ns	4.7ns	8.9ns
Tratamiento	4	23.5ns	2.7**	23.5ns	295.1**	42.7*	30.5*	41.2**	12.0*	18.3*
Error	32	10.6	0.6	10.6	66.1	11.9	11.3	8.0	3.2	6.6
Total	49									
Media		6.78	2.5	6.78	21.32	9.2	7.4	5.6	4.2	5.0
C.V. %		48.17	30.7	48.17	38.1	37.5	45.4	49.9	42.5	50.9

Continuación de cuadro 13

FV	GL	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
Modelo	17	15.4**	50.1**	56.3**	75.4**	16.6ns	15.7**	21.9**	14**	21.1**	22.7**	22.7**
Localidad	8	9.3**	35.1**	7.3ns	29.4ns	43.8ns	6.8ns	5.4ns	9.6*	5.2ns	11.6*	11.6*
Loc*Trat	4	1.2ns	35.1*	11.3ns	16.0ns	19.1ns	4.2ns	10.0ns	3.3ns	6.6ns	1.4ns	1.4ns
Tratamiento	4	13**	84.5**	83.6**	99.3**	26.7*	46.6**	57.3**	31.4**	72.3**	67.8**	67.8**
Error	32	2.7	12.5	4.7	23.6	10.4	5.7	7.5	3.1	3.8	4.4	4.14
Total	49											
Media		3.9	9.1	8.5	9.5	7.1	7.6	8.1	5.9	7.8	6.5	6.5
C.V. %		42.0	38.7	25.4	50.9	45.5	31.5	33.9	29.8	24.8	30.8	30.8

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

Cuadro 14. Resultado de la comparación de medias para el factor localidad en la variable densidad de población de trips en serie de experimentos por cada fecha de muestreo.

Loc/DDT	0	7	14	21	28	35	42	49	56
Tejocote	10.20 ^a	2.86 ^a	10.20 ^a	29.74 ^a	9.52	10.74	6.04	4.78	5.48
FCAgrí	3.35 ^b	2.32 ^b	3.35 ^b	12.90 ^b	8.91	4.10	5.34	3.74	4.62

Continuación de cuadro 14

Loc/DDT	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
Tejocote	5.54 ^a	10.32 ^a	11.78 ^a	12.96 ^a	8.04 ^a	8.04 ^a	9.22 ^a	6.62 ^a	8.08 ^a	7.16 ^a	7.6 ^a
FCAgrí	2.32 ^b	7.98 ^b	5.33 ^b	6.12 ^b	6.16 ^b	7.16 ^a	7.02 ^b	5.3 ^b	7.68 ^a	6.02 ^a	7.4 ^a

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

Cuadro 15. Resultado de la comparación de medias para la variable densidad de población de trips en serie de experimentos en los diferentes tratamientos considerando las dos localidades por cada fecha de muestreo.

Trat	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
T1	5.2	1.8b	5.2	13.2b	7.1b	5.5b	3.5c	2.6b	2.7b	2.8b
T2	9.1	3a	9.1	26.5a	12.2a	10.2a	8.1a	5.1a	6.2a	5.8a
T3	7.1	2.7ab	7.1	19.3ab	8.9ab	7.1ab	3.9bc	3.9ab	5.7ab	3.3ab
T4	5.7	2.2ab	5.7	21.6ab	7.6b	6.5ab	7.3ab	4.2ab	5ab	3.7ab
T5	6.5	3a	6.5	25.9a	10.1ab	7.7ab	5.5abc	5.4a	5.5ab	4ab

Continuación de cuadro 15

Trat	0	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133
T1	5.2	6c	5.4d	4.7b	4.5	4.1b	3.9b	3.3c	4.1c	2.3b	4.2c
T2	9.1	12.9a	12.5a	10.7ab	8.2	9.7a	9.9a	7.6a	11.4a	8.8a	10.2a
T3	7.1	7.4bc	8.2bc	9ab	6.6	8.1a	9.2a	6.4ab	8.6b	6.9a	8.1ab
T4	5.7	7.9bc	6.3cd	9.8ab	7.5	7.1ab	8.3a	5bc	6.7b	6.2a	6bc
T5	6.5	11.5ab	10.2ab	13.3a	8.6	8.8a	9.2a	7.4a	8.5b	8.6a	8.9ab

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

En el análisis de varianza en serie de experimentos (Cuadro 13) solo hubo diferencia significativa en el factor Loc*trat a los 21 DDT, sin embargo, en el factor tratamientos la diferencia altamente significativa estuvo en cada fecha de muestreo a excepción de 0 y 14 en donde no hubo diferencia significancia además, en estas fechas no hubo precipitación (Figura 7) y a los 28, 35, 49 y 56 DDT con solo significativo donde también hubo carencia de precipitación.

Para el factor localidades, se determinó que la mayor abundancia de trips se presentó en la localidad del Tejocote, que fue estadísticamente diferente con la localidad de la Facultad de Ciencias Agrícolas en la mayor parte de las fechas de muestreo, excepto para las fechas de 28, 35, 42, 49 y 56 DDT (Cuadro 14).

La separación de medias de los tratamientos evaluados, considerando las dos localidades, indicó de manera consistente que el tratamiento T1 (Tomate en unicultivo) presentó la menor densidad de trips capturados en las diferentes fechas de muestreo evaluadas, y fue estadísticamente diferente con cualquier arreglo espacial en donde se asoció con Cempaxóchitl. Por caso contrario, la mayor densidad de trips encontrados se presentó en cempaxóchitl en unicultivo (T2), que fue estadísticamente diferente con los tratamientos en donde se asoció con Tomate de cascara (Cuadro 15).

Este análisis considera el comportamiento de cada uno de los arreglos espaciales en las dos localidades, pero confirman, en términos estadísticos, y en concordancia con el área bajo la curva, el efecto cualitativo del cempaxóchitl de atraer a los trips.

El análisis de varianza en serie de experimentos para los valores del área bajo la curva indicó la existencia de diferencias altamente significativas para Modelo y tratamientos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resultado del análisis de varianza para el área bajo la curva durante el desarrollo del ensayo.

FV	GL	CM
Modelo	17	177419.662**
Repetición	8	28600.443ns
Tratamientos	4	672147.580**
Loc	1	3732.480ns
Loc*Trat	4	23751.980ns
Error	32	18135.267
Total	49	
Media		999.4400
C.V. %		13.47427

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

Para el factor localidades, los resultados fueron diferentes al análisis en serie de experimentos de la densidad de población (Cuadro 16), es decir la mayor área bajo la curva se presentó en la parcela de la Facultad de Ciencias Agrícolas (Cuadro 17).

La separación de medias, indicó la mayor área bajo la curva se determinó en el tratamiento cempaxóchitl en unicultivo, es decir, este tratamiento presentó la mayor densidad de

población a través del tiempo (Cuadro 17) seguido los tratamientos con arreglos espaciales en donde se asoció cempaxóchitl con tomate. Por caso contrario, la menor área bajo la curva se presentó en Tomate en Unicultivo. Resultados similares se presentaron en el análisis en serie de experimentos considerando la abundancia de trips por fecha de muestreo.

Cuadro 17. Resultado de los valores obtenidos por localidad (a) y por tratamiento (b) para la variable de área bajo la curva del progreso de Trips.

a)	Localidad	Valor medio	b) Tratamiento	Valor Medio
	El cerrillo	1008*	T2-cempaxochitl en Unicultivo	1305.7a**
	Tejocote	990.8	T5-1T-2P-1T-2P-T1	1158.7a
			T3-2T-3P-2T	972.8b
			T4- 2T-0-1P-0-2T	942.3b
			T1 Tomate en unicultivo	617.7c

*Valor medio por localidad del área bajo la curva de progreso de Trips.

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

7.6 Rendimiento de tomate de cáscara

Respecto al rendimiento obtenido, el tratamiento T5 con un valor medio de 25.99 kilogramos por 10 plantas en la localidad de El cerrillo con el mejor rendimiento y un valor medio de 24.76 kilogramos por 10 plantas en la localidad de El Tejocote, T5 caracterizado por tener la mayor densidad de cempaxóchitl asociado, fue el que mayor rendimiento se obtuvo por unidad de superficie, seguido del tratamiento de tomate de cascara en Unicultivo en ambas localidades (Cuadro 18 y 19).

Cuadro 18. Rendimiento en localidad El Cerrillo

Tratamiento	Valor medio
T5-1T-2P-1T-2P-T1	25.9930a
T1 Tomate en unicultivo	22.2860b
T4- 2T-0-1P-0-2T	22.2060b
T3-2T-3P-2T	21.7120b

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

Cuadro 19. Rendimiento en localidad El Tejocote

Tratamiento	Valor medio
T5-1T-2P-1T-2P-T1	24.7630a
T1 Tomate en unicultivo	23.2860b
T4- 2T-0-1P-0-2T	22.4570b
T3-2T-3P-2T	21.543b

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

7.7 Especies de trips asociadas a tomate de cáscara

Con base en las claves morfológicas reportadas por especialistas, las muestras colectadas en la localidad del tejocote y el cerrillo se identificó *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895, (Thysanoptera: Thripidae) (5 hembras) como la especie de trips dominante en ambas parcelas en tomate de cáscara (19°24'.598'' N 99°41'.418'' W) (19°32'946''N 99°32'946'' W).



Figura 9. *Frankliniella occidentalis* Pergande. Femenino.



Figura 10. Cabeza femenina *Frankliniella occidentalis* Pergande



Figura 11. Pronoto femenino *Frankliniella occidentalis* Pergande



Figura 12. Ovipositor *Frankliniella occidentalis* Pergande



Figura 13. Genitalia (macho) *Frankliniella occidentalis* Pergande

7.8 Especies de trips asociadas a Cempaxóchitl

Con base en las claves morfológicas reportadas por especialistas, las muestras colectadas en la localidad del tejocote y el cerrillo se identificaron tres especies las cuales fueron *Ceratothripoides brunneus* Bagnall, (Thysanoptera: Thripidae) (2 hembras), (19°24'.598'' N 99°41'.418'' W) (19°32'946''N 99°32'946'' W), *Frankliniella bruneri* Watson, 1926, (Thysanoptera: Thripidae) (2 hembras) (19°24'.598'' N 99°41'.418'' W) (19°32'946''N 99°32'946'' W) y *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895, (Thysanoptera: Thripidae) (1 hembra) en ambas parcelas (19°24'.598'' N 99°41'.418'' W) (19°32'946''N 99°32'946'' W).



Figura 14. Hembra *Ceratothripoides brunneus* Bagnall



Figura 15. Cabeza femenina *Ceratothripoides brunneus* Bagnall



Figura 16. Pronoto femenino *Ceratothripoides brunneus* Bagnall

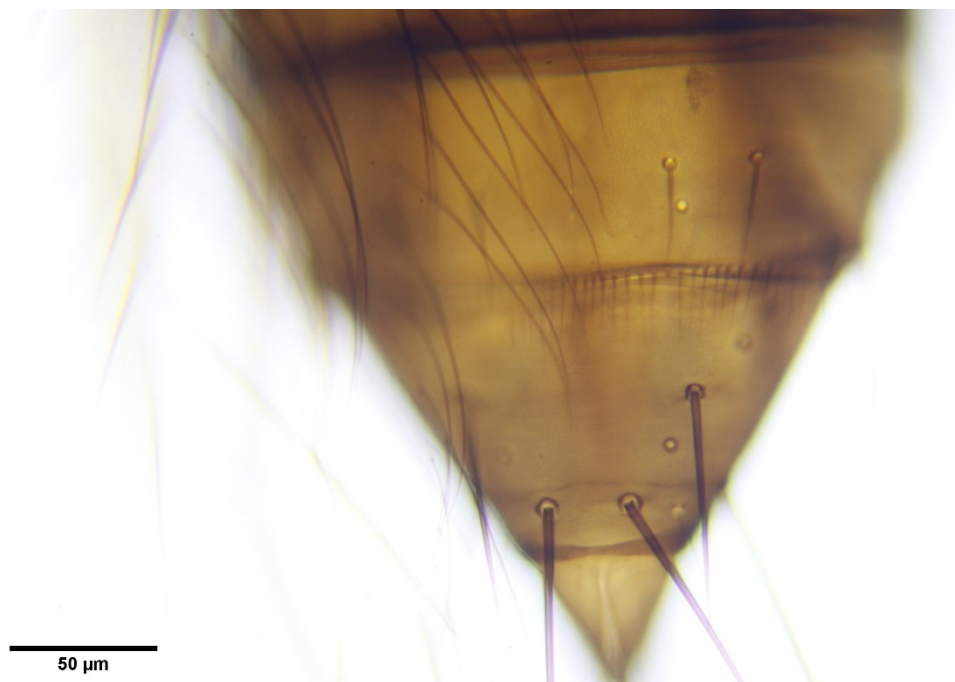


Figura 17. Cepillo entre segmento abdominal VIII y IX *Ceratothripoides brunneus* Bagnall (Femenino).

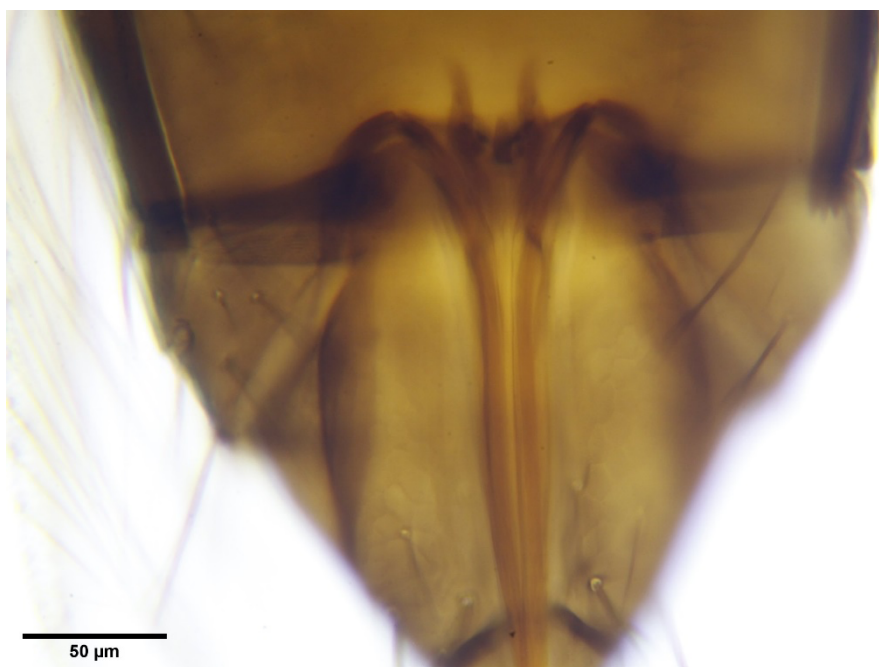


Figura 18. Ovipositor *Ceratothripoides brunneus* Bagnall.

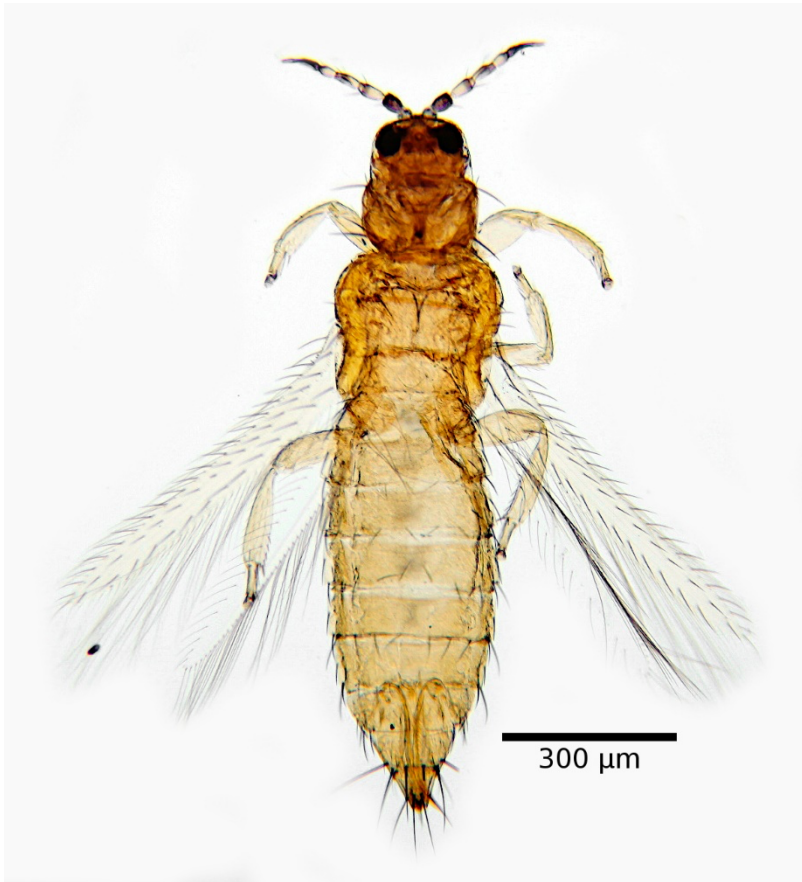


Figura 19. Hembra *Frankliniella bruneri* Watson.



Figura 20. Cabeza femenina *Frankliniella bruneri* Watson.

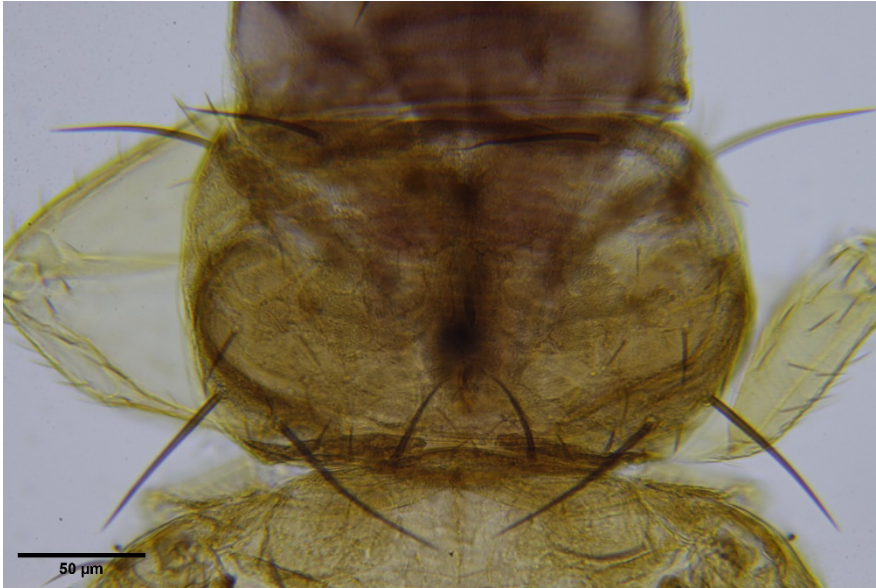


Figura 21. Pronoto femenino *Frankliniella bruneri* Watson.

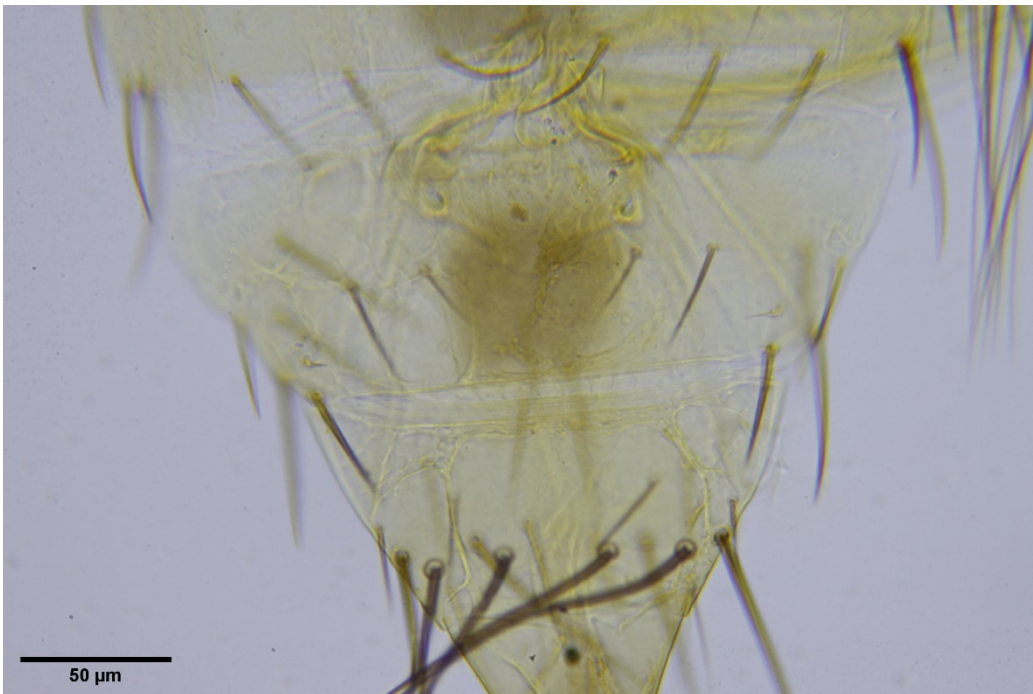


Figura 22. Cepillo medio entre segmento abdominal VIII y IX *Frankliniella bruneri* Watson (Femenino).



Figura 23. Ovipositor *Frankliniella bruneri* Watson

Capítulo 1. Artículo Científico

Derivado de los trabajos del presente trabajo de investigación para obtener el grado de maestro en Ciencias Agropecuarias y Recursos naturales, se realizó el manuscrito titulado:

Fluctuación poblacional de Trips (Thysanoptera: Thripidae) en diferentes arreglos espaciales de la asociación *Tagetes erecta* L y *Physalis philadelphica* Lam.

Que se envió a la revista SouthWestern Entomologist, ISSN 0147-1724, indexada en Web of Science (SCIE) antes JCR con un factor de impacto de 0.426; Scopus y UGC-Care.

Luis Demetrio Piña Hernandez¹, Jesús Ricardo Sánchez-Pale^{1*}, Álvaro Castañeda-Vildózola¹, Omar Franco Mora¹, Alejandra Contreras Rendón¹, Eduardo Piña de Jesús¹, Arlin Emma Ayala Villada¹.

¹UAEMex, Facultad de Ciencias Agrícolas, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, México, Apdo. Postal 435, El Cerrillo Piedras Blancas, Edo. De México. Teléfono: 01 (722) 296-5531. Fax: 01 (722) 296-5529.

* Autor para correspondencia (jrsanchezp@uaemex.mx)

Resumen.

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam) es un cultivo con propiedades alimenticias en México, una de las principales limitantes fitosanitarias que afectan y reducen el rendimiento son los trips (Thysanoptera: Thripidae), que daña los tejidos, desprenden parte del tejido celular de hoja y flor, en ataques severos los botones florales no abren y se secan prematuramente. Algunas especies son vectores del virus marchitez manchada del tomate (TSWV). Para su control se ha utilizado diversos métodos entre los que destaca el control químico y biológico. Una posible alternativa cultural es el uso de arreglos espaciales combinados con plantas atrayentes o repelentes como el cempaxóchitl (*T. erecta* L). En el presente estudio se evaluó la dinámica poblacional de trips en *T. erecta* en monocultivo y en asociación con *P. philadelphica* en tres tipos de arreglos espaciales en dos localidades de Valle de Toluca. Los resultados del área bajo la curva, indicaron que la mayor densidad poblacional de trips se presentó en *T. erecta* en monocultivo, por arriba de la densidad determinada en *P. philadelphica* en monocultivo o en arreglo espacial asociado, durante todo el ciclo agrícola en las dos localidades evaluadas; aunado a un mayor rendimiento de tomate con el uso de arreglos espaciales respecto a monocultivo. Por lo que se concluye que *T. erecta* tiene una cualidad adicional como planta atrayente natural de trips durante todas las etapas fenológicas de vida de la planta.

Abstract.

Differences in Thrip (Thysanoptera: Thripidae) population density under different spatial arrangements of associations of *Tagetes erecta* L and *Physalis philadelphica* Lam.

Tomatillo (*Physalis philadelphica* Lam) is native to the Americas, and thrips (Thysanoptera: Thripidae) are one of its main phytosanitary problems. These insects reduce tomatillo yield mostly by damaging the leaves, reducing the plant's photosynthetic capacity. However, during severe infestations, they also lead to floral buds remaining closed and drying prematurely. Thrips are generally controlled using synthetic pesticides. However, one possible cultural control alternative is the use of spatial arrangements in combination with attractive or repellent plants, such as Mexican marigold or cempaxóchitl (*Tagetes erecta* L). In the present study, we evaluated the population dynamics of thrips on *T. erecta* and *P. philadelphica* in monoculture and in association with each other in three spatial arrangements in two localities in the Toluca Valley. The area under the curve of insect density indicated that the population density of thrips was highest in *T. erecta* monoculture, during the whole growing cycle in both localities evaluated, significantly higher than the density in *P. philadelphica* in monoculture in any of the spatial arrangements. All spatial arrangements had higher tomatillo yield compared to monoculture. We conclude that *T. erecta* acts as a natural attractant plant for thrips during all phenological stages of the life of the plant.

Introducción

El género *Physalis* L. es de origen americano e incluye 90 especies conocidas, de éstas el tomate de cáscara *Physalis philadelphica* Lam. (Sinónimo de *P. ixocarpa* Brot.) es la especie mejor conocida y apreciada en México por sus propiedades en medicina tradicional como aliviar molestias en el estómago, efectiva para problemas respiratorios, baja los niveles de presión en la sangre y es elemento base en la cocina mexicana. La entidad con mayor superficie cosechada y volumen de producción es Sinaloa con 9,749.32 ha y un rendimiento de 23.97 (ton/ha) con un valor de producción de 793,795.24 miles de pesos, le sigue Jalisco,

Puebla, Zacatecas y el Estado de México con 2,504.49 ha y un rendimiento de 18.00 (ton/ha) (SIAP 2021) donde genera fuerte actividad económica y fuentes de empleo.

Entre los factores que afectan y limitan el rendimiento de *P. philadelphica* son los trips (Thysanoptera: Thripidae), considerados como la principal problemática en varias regiones del mundo (Meza et al. 2020) en diferentes cultivos. Pérdidas de láminas foliares, deformaciones de frutos y en daños extremos, la muerte de la planta en solanáceas (Hao et al. 2002; Lowenstein y Groves 2020). Las pérdidas en el cultivo se deben a su hábito de alimentarse directamente de las estructuras florales, al penetrar los tejidos con su aparato bucal de tipo chupador-raspador desprende parte del tejido celular de la hoja y de la flor, en ataques severos los botones florales no abren y se secan prematuramente (Varon 2018). Además, algunas especies como *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci* son vectores de virus como la marchitez manchada del tomate (TSWV) (Tuxtla 2022).

El control de los tisanópteros se realiza comúnmente con el uso intensivo de insecticidas sintéticos, que con lleva a realizar una fuerte inversión en su control (Mota-Sanchez y Wise, 2022) aunado a una constante contaminación del ambiente. Una posible alternativa de manejo del insecto es el uso de arreglos espaciales, que son diferentes tipos de sistemas de producción, en distribuciones como arreglos indefinidos o definidos como surcos, franjas o bordes y las combinaciones de éstos (Moreno 2007), como es la asociación tomate de cascara con plantas atrayentes o repelentes, como el Cempaxóchitl (*T. erecta*). Los arreglos espacial se ha usado en diferentes cultivos como en banano (Villamar 2022), lechuga (Hernández 2008), crisantemo (Ramírez 2020) y en múltiples cultivos de importancia agrícola.

A *T. erecta* se ha confinado su uso en el manejo de insectos plaga como repelente, ya sea la planta o sus extractos (Batista-Valcarcel et al. 2021, Castillo et al. 2005, Barajas et al. 2005),

y poco se ha evaluado su efecto en el control de plagas como cultivo asociado, en diferentes arreglos espaciales. En el presente trabajo se determinó el efecto sobre la densidad de Trips en la asociación de *T. erecta* en diferentes arreglos espaciales con *P. philadelphica*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó durante la ciclo de primavera-verano en dos localidades del municipio de Toluca del estado de México, México. La primer parcela se estableció en la localidad del Tejocote ubicada en 19°19'46.0"N, 99°39'18.0"W, con una altitud de 2,660 msnm, el entorno de la parcela estuvo rodeado de pequeño terrenos baldíos y parcelas de maíz. La segunda parcela se estableció en la localidad de El Cerrillo Piedras Blancas de la Facultad de Ciencias Agrícolas ubicada en 19°24'42.5"N, 99°41'37.2"W, con una altitud de 2,660 msnm, en el entorno de la parcela estuvo rodeado de parcelas sembradas de maíz.

Cada parcela experimental por localidad consistió de cinco tratamientos (arreglos espaciales) y cinco repeticiones bajo un diseño de bloques al azar. Cada tratamiento contó con siete surcos de 10 m de largo y 0.80 m de ancho. Los tratamientos evaluados fueron: T1: *P. philadelphica* en unicultivo; T2: *T. erecta* en unicultivo; T3: dos surcos de *T. erecta* a los extremos y tres surcos de *P. philadelphica* al centro (2T-3P-2T); T4: un surco de *P. philadelphica* en el centro, un surco vacío de cada lado y 2 surcos de *T. erecta* en los extremos (2T-0-1P-0-2T) ; T5: Un surco de *T. erecta* en una la orilla seguido de dos surcos de *P. philadelphica*, un surco de *T. erecta*, dos surcos de *P. philadelphica* y un surco de *T. erecta* (1T-2P-1T-2P-T1). Se utilizaron plántulas de *P. philadelphica* variedad manzano, procedentes del municipio de Ixtlahuaca, Estado de México y plántulas de *T. erecta* criollo

del municipio de Calimaya, Estado de México. La unidad experimental fue de 56 m². Durante el desarrollo del experimento se evitó la aplicación de insecticida.

El muestreo de trips se realizó cada siete días durante todo el ciclo del *P. philadelphica* desde el día del trasplante (DDT), con trampas amarillas, que consistieron de vasos de plástico del número nueve de la marca Primo® e impregnados en aceite vegetal para la adherencia de los thysanopteros. Posteriormente se procedió al conteo de Trips por trampa.

Los valores absolutos de ejemplares de trips capturados por cada fecha se sometieron a un análisis de varianza en serie de experimentos (ANOVA) con el programa SAS (SAS System ver. 9.2 Cary, N. C. USA). Por cada tratamiento, se determinó la fluctuación poblacional y procedió a su análisis para estimar el área bajo la curva del progreso de la densidad del insecto (ABCP) (Madden et al. 2006, Bivand et al. 2008, R Core Team 2012) a través del tiempo con el software R, usando la Librería Agricolae. Los valores finales obtenidos del área bajo la curva de la densidad del insecto se analizaron bajo un diseño de bloques totalmente al azar en el programa SAS System ver. 9.2 (Cary, N. C. USA). Cuando existió diferencia significativa en los dos tipos de análisis, se procedió a la comparación de los valores medios de la población de trips de los diferentes tratamientos de asociación, con la prueba de separación de medias Tukey $\alpha= 0.05\%$.

Resultados y Discusión

Durante todo el ciclo fenológico de *P. philadelphica* se registró presencia de trips, la etapa con mayor densidad del insecto ocurrió durante el crecimiento vegetativo en las dos localidades evaluadas, coincidiendo con Valenzuela-García et al. (2010) y Urías. López et

al. (2007) pero en cultivos de aguacate y calabaza. Efecto similar se observó en *T. erecta* en unicultivo, aunque con una mayor densidad.

La temperatura promedio osciló en 15.54°C en la localidad del tejocote y de 15.62 °C en el Cerrillo, siendo esta última la que presentó mayor incidencia de trips durante todo el ciclo y un mayor gradiente de temperatura, concordando con lo indicado por Cao et al. (2018) y (Sánchez-Pale et al. 2019). Aunque se observó una menor densidad de las poblaciones en las fechas con mayor precipitación, similar a lo reportado por Chan et al. (2015).

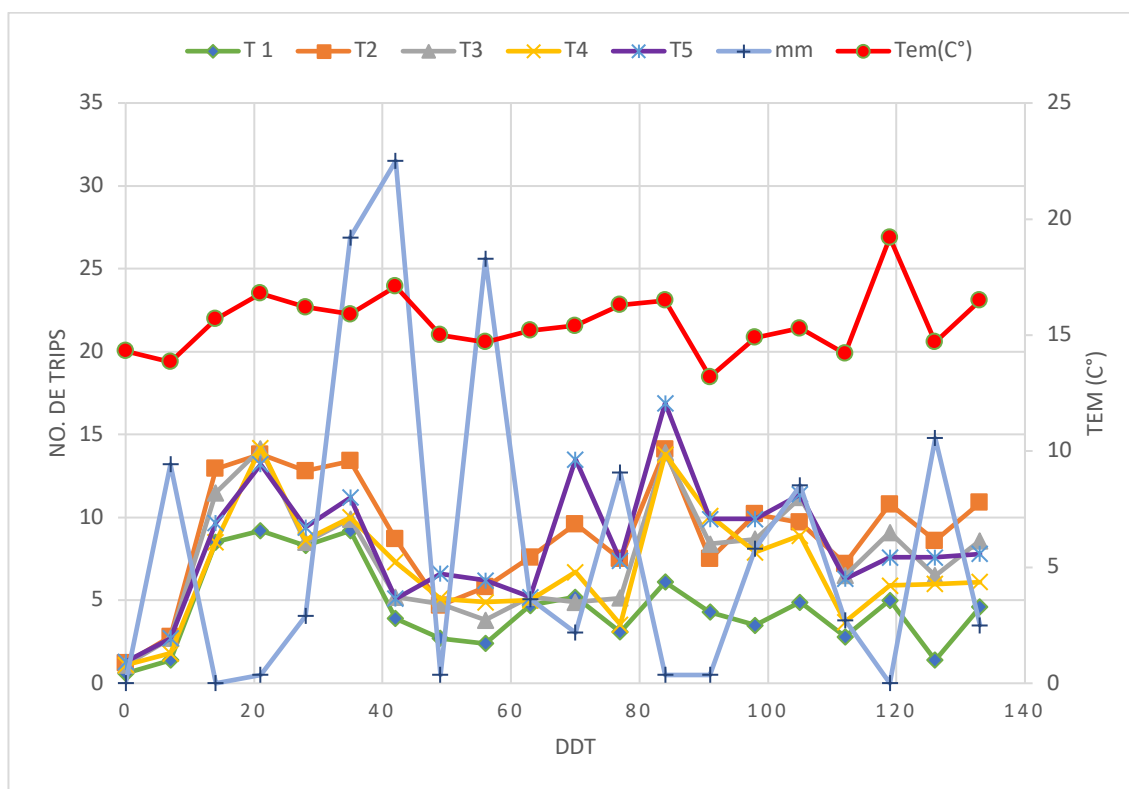


Fig., 1. Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en 2021.

T1: *P. philadelphica* unicultivo; T2: *T. erecta* unicultivo 2; T3: (2T-3P-2T); T4: (2T-0-1P-

0-2T); T5: (1T-2P-1T-2P-T1) en la localidad del Tejocote, Toluca. Temperatura promedio semanal (C°) y precipitación semanal (mm).

Fig. 1. Population fluctuation of Thrips in the different treatments evaluated in 2021. T1: *P. philadelphica* uniculture; T2: *T. erecta* uniculture 2; T3: (2T-3P-2T); T4: (2T-0-1P-0-2T); T5: (1T-2P-1T-2P-T1) in the town of Tejocote, Toluca. Average weekly temperature (C°) and weekly precipitation (mm).

En la localidad del Tejocote, se determinaron seis picos poblacionales en intervalos de 20 días. La mayor abundancia fue a los 84 DDT. Las fecha en donde se encontró alta diferencia significativa en la densidad de trips, entre los tratamientos, fue a los 70 (F= 5.27; G.L.= 4; P<0.006), 77 (F=14.81; G.L.= 4; P<0.0001), 98 (F=4.18; G.L.=4; P<0.01), 105 (F=2.67; G.L.= 4; P<0.007), 112 (F= 5.42; G.L.= 4; P< 0.005), 119 (F=4.56; G.L.= 4; P<0.01), 126(F= 12.55; G.L.= 4; P<0.0001) DDT. Siendo T2 (*T. erecta* en unicultivo) el de mayor incidencia de trips, mientras que T1 (*P. philadelphica* en unicultivo) tuvo la menor incidencia del insecto durante todo el ensayo.

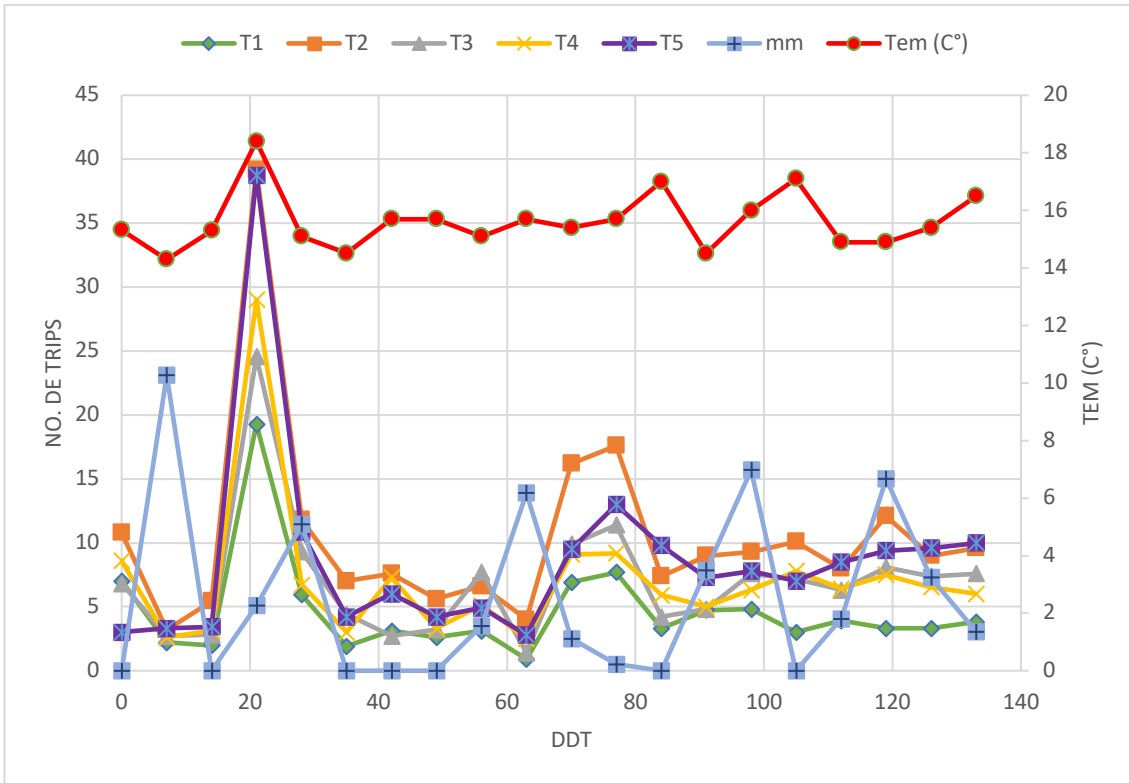


Fig., 2. Fluctuación poblacional de Trips en los diferentes tratamientos evaluados en 2021. T1: *P. philadelphia* unicultivo; T2: *T. erecta* unicultivo 2; T3: (2T-3P-2T); T4: (2T-0-1P-0-2T); T5: (1T-2P-1T-2P-T1) en la localidad del Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca. Temperatura promedio semanal (C°) y precipitación semanal (mm).

Fig. 2. Population fluctuation of Thrips in the different treatments evaluated in 2021. T1: *P. philadelphia* uniculture; T2: *T. erecta* uniculture 2; T3: (2T-3P-2T); T4: (2T-0-1P-0-2T); T5: (1T-2P-1T-2P-T1) in the town of Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca. Average weekly temperature (C°) and weekly precipitation (mm).

Por otro lado, en la localidad del Cerrillo Piedras Blancas se determinaron cuatro picos poblacionales en intervalos 20 días y uno de 40 días, siendo T2 y T5, en los que se determinó la mayor densidad de trips respecto al resto de los tratamientos. Se encontró diferencia

altamente significativa entre los tratamientos a los 35 (F= 8.91; G.L.= 4; P<0.0006), 63 (F=6.24; G.L.= 4; P<0.003), 70 (F=4.73; G.L.= 4; P<0.001), 77 (F= 9.16; G.L.= 4; P<0.0005), 84(F=8.35; G.L.= 4; P<0.0008), 98(F=5.14; G.L.= 4; P<0.007), 105 (F=14.7; G.L.= 4; P<0.0001); 112(F=5.58; G.L.= 4; P<0.005), 119(F=31.9;G.L.=4;P<0.0001), 126(F=5.87; G.L.= 4; P<0.004) y 133(F=5.71, G.L.=4, P<0.004) DDT. Siendo T2 (*T. erecta* en unicultivo) que presentó la mayor densidad de trips en las diferentes fechas de muestreo, mientras que T1 (*P. philadelphica* en unicultivo) presentó la menor incidencia durante toda la duración del ensayo, resultados similares a los determinados en la localidad del Tejocote.

El análisis estadístico combinado (dos localidades) indicó la existencia de diferencia significativa en la mayoría de las fechas de muestreo, a los 7 (F=4.33; G.L.=4; P<0.0065), 21 (F=4.46; G. L.= 4; P<0.0056), 42 (F=5.11; G.L.=4; P<0.0027), 63 (F=4.78; G.L.= 4; P<0.003), 70 (F=6.72; G.L.= 4; P<0.0005), 77 (F=17.65; G.L.= 4; P<0.0001), 84 (F= 4.21; G.L.=4; P<0.0075), 98 (F=8.09; G.L.=4; P<0.0001), 105 (F=7.56; G.L.=4; P<0.0002), 112 (F=9.94; G.L.=4; P<0.0001), 119 (F=18.86; G.L.=4; P<0.0001), 126 (F=16.36; G.L.=4; P<0.0001), 133 (F=8.12; G.L.= 4; P<0.0001) DDT.

Cuadro 1. Resultado de los valores obtenidos por localidad (a) y por tratamiento (b) del arreglo espacial para la variable de área bajo la curva del progreso de Trips.

a) Localidad	Valor medio	b) Tratamiento	Valor Medio
--------------	-------------	----------------	-------------

Cerrillo	1008*	T2 (<i>T. erecta</i> en unicultivo)	1305.7 a**
Tejocote	990.8	T5 (1T-2P-1T-2P-T1)	1158.7 a
		T3 (2T-3P-2T)	972.8 b
		T4 (2T-0-1P-0-2T)	942.3 b
		T1 (<i>P. philadelphica</i> en unicultivo)	617.7 c

Table 1. Result of the values obtained by location (a) and by treatment (b) of the spatial arrangement for the area variable under the Thrips progress curve.

*Valor medio por localidad del área bajo la curva de progreso de Trips.

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

Los resultados de la separación de medias en el análisis del área bajo la curva para cada tratamiento, indicó que el tratamiento de *T. erecta* en unicultivo presentó la mayor densidad de trips durante el desarrollo del ensayo en las dos localidades (Cuadro 1), es decir, fue consistente su efecto de atracción de trips en ambas localidades, desde la etapa vegetativa hasta el fin del ciclo del cultivo de *P. philadelphica*, por lo que *T. erecta* es un atrayente natural de trips y a la vez hospedero, más que repelente como originalmente se ha considerado (Batista et al. 2021, Castillo et al. 2005, Barajas et al. 2005), aunque su efectividad se ve influenciado por el tipo arreglo espacial. En este sentido, el arreglo espacial de un surco de *P. philadelphica* más uno libre de ambos lados u orillas de la unidad

experimental, seguido de un surco de *T. erecta* T4: (2T-0-1P-0-2T) fue el que presentó la menor densidad de trips respecto a las asociaciones, así como la menor cantidad de planta de *T. erecta* en los arreglos espaciales; mientras que la mayor densidad de trips se presentó en el arreglo espacial de un surco de *T. erecta* seguido de dos surcos de *P. philadelphica*, un surco de *T. erecta*, dos surcos de *P. philadelphica* y un surco de *T. erecta* (1T-2P-1T-2P-T1), es de destacar que la menor área bajo la curva de incidencia de trips se presentó en el arreglo espacial de *P. philadelphica* en unicultivo, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Cuadro 1).

Trujillo et al (2017) consideran que el umbral de acción de trips es de 10 ejemplares por inflorescencia o brote vegetativo, en este estudio los promedios de trips capturados por trampa en los tratamientos T2 (*T. erecta* unicultivo) y T5 (1T-2P-1T-2P-T1) fueron los únicos que alcanzaron el umbral de acción (Fig 1 y 2) si tomamos como referencia que cada trampa pudo ser un brote vegetativo o una flor, además ambos tuvieron la mayor densidad de siembra de *T. erecta*., los tratamientos T3 (2T-3P-2T) y T4 (2T-0-1P-0-2T) tuvieron picos por arriba de los 10 trips desde los 20 a 40 DDT y después hasta los 84 DDT (Fig 1), el único tratamiento que no tuvo el umbral de trips fue el tratamiento *P. philadelphica* unicultivo, indicativo que los trips prefirieron hospedarse en las plantas de *T. erecta*.

El hecho de usar arreglos espaciales con dos especies vegetales en un agrosistema, implica mayor diversidad de plantas que proporciona resguardo y fuentes de alimentación como néctar, polen y reservorios de presas alternativas para enemigos naturales de insectos plaga (Meiners y Peri 2013; Rodríguez-Saona et al. 2012). En este sentido, *T. erecta* funge como un cultivo asociado con la finalidad de servir como trampa o atrayente de trips, que se soporta con las densidades determinadas en el presente trabajo, además podría fungir como un

posible huésped para liberar chinches o ácaros depredadoras de trips desde la etapa vegetativa de *T. erecta* y del cultivo, dentro de un esquema de agricultura alternativa, al considerarse una fuente de alimentación en abundancia para los depredadores, contrario a lo mencionado por Altieri et al. (2005) que proponen hacer la liberación hasta la etapa de floración. Sin embargo, dentro de un esquema de agricultura tradicional, se propone usar a *T. erecta* como un cultivo hacia el cual se dirijan las aplicaciones de ingredientes activos de plaguicidas de origen sintético para reducir las poblaciones del insecto plaga, que traería como efecto colateral de menor uso de ingredientes químicos hacia *P. philadelphica*, y por tanto incrementar su inocuidad.

Desde el punto de vista agroecológico, la incorporación de *T. erecta* en los arreglos espaciales de un cultivo, permitiría incorporarlo dentro de las prácticas de conservación de los enemigos naturales, principalmente en el fomento de reservorios de alimento para entomófagos y/o entomopatógenos, y las crías en insectarios rústicos de entomófagos (Vázquez y Fernández 2007) en especial para los productores que desarrollan una agricultura ecológica, al ser evidente que *T. erecta* es un atrayente de insectos plaga, y posiblemente de sus enemigos naturales nativos, al fomentar un microambiente de auto regulación de trips.

A pesar de que durante el desarrollo del experimento se evitó de la aplicación de algún insecticida y/o estimulante, los rendimientos promedios fluctuaron de entre 11 y 12 ton/ha, siendo el tratamiento cinco el de mayor rendimiento con 25 t ha⁻¹, mientras que el rendimiento de la zona es de 18 t ha⁻¹ (SIAP 2018). Dicho rendimiento es aceptable si se considera que los trips causan serios daños y mermas considerables en los rendimientos por disminuir la actividad fotosintética (Larraín et al. 2006; Gonzales y Suris 2006).

Dado que la mayor incidencia de trips se presentó en los tratamientos donde se incluyó a *T. erecta* asociado con *P. philadelphica*, nos permite proponer su uso en arreglos espaciales donde se ubiquen en los bordes de la parcela dentro de un monocultivo o bien en los bordes y centro de la parcela para sistemas intercalados, aunque su uso puede ser como borde o coberturas vegetales en frutales (Rodríguez-Saona et al. 2012), además fomentaría el control biológico en los agroecosistemas donde se practiquen los policultivos (cultivos asociados, sistemas agroforestales) y de vegetación no cultivada (corredores biológicos, plantas arvenses, etc.), ya que proporcionaría un servicio ecológico como hábitats alternos para las poblaciones de insectos beneficios (Urias-Lopez et al. 2007) y posible polinizadores. Por otro lado, se propone sembrar *T. erecta* en los bordes de las parcelas de producción hortícola o florícola, más la aplicación de algún plaguicida sistémico que reduzca la población de trips con la finalidad de evitar daños al cultivo prioritario (tomate de cáscara, Jitomate u alguna ornamental) por lo que es necesario hacer un cambio en la percepción que se tiene de *T. erecta* como repelente en su etapa de floración, aunado a la aceptación de agricultores, para adoptar un sistema de manejo de plagas de forma integrada donde se incluyan a *T. erecta* como planta trampa o atrayente.

Agradecimiento

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para realización de los estudios de posgrado en el programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad autónoma del Estado de México.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx por el apoyo brindado en el uso de sus instalaciones y campo experimental.

VIII. Discusión general

Los resultados generados en este estudio apuntan a que cempaxóchitl, como planta viva, es atrayente 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 y atraer 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 (para alimentación, ovoposición o refugio), así como el nivel que ejerce la atracción (atrayente, arrestante, incitante o estimulante). Sus aspectos fitoquímicos poco se han estudiado y es un área de estudio a futuro.

La presencia de una alta cantidad de trips en cempaxóchitl 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 hojas o flores y su cualidad de atraer insectos benéficos, si bien se ha recomendado establecer la barrera de cempaxóchitl al menos 2 meses antes del cultivo (García y Cuellar,

2015), los resultados del presente trabajo indican poder establecerlos a la par del cultivo. Por otro lado, por el hecho de encontrar insectos benéficos en la planta de cempaxóchitl, se da por asentado que existen presas o insectos plaga para el cultivo de importancia o asociado, 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 se consideran como atrayentes de plagas con el objetivo de que permanezcan ahí y no en el cultivo de mayor importancia económica, como es lo reportado con la fruta de piña madura que atrae adultos de picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) (Camino *et al.*, 1992). Sin embargo, el cempaxóchitl 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.

En las dos localidades, se determinaron picos poblaciones del Trips de 20 días en promedio, en este sentido Sánchez-Pale *et al.* (2019) indican que los mayores picos de trips en gladiolo se presentaron a temperaturas promedio de 14.5°C en el Valle de Toluca Los presentes resultados respecto a la localidad del Tejocote indican que los picos de mayor población trips

es a los 20, 35 y 84 DDT (Figura 6.) que coinciden con el mayores picos de temperatura durante el ensayo (16.8° C, 17.1 °C y 16.5)(Figura 5), en la localidad del cerrillo los mayores picos fueron a los 21 y 77 DDT (Figura 8) que igualmente concuerdan con las mayores temperaturas (18.8°C y 17°C) (Figura 7), entre el periodo de 35 a 84 DDT la edad de la planta de tomate, por lo que un posible cambio espacial es tener una mayor abundancia y tamaño de la planta de cempaxóchitl para que su efecto como atrayente sea de mayor eficacia por lo que es necesario la siembra anticipada de *Tagetes erecta* en aproximadamente 15 días con la finalidad de tener una mayor altura respecto al tomate. También se observó una menor densidad de las poblaciones en las fechas con mayor precipitación tal como lo reportan Chan *et al.* (2015) las más significativa de esta es a los 42 DDT para localidad del Tejocote y a los 7 DDT para la localidad del Cerrillo, en donde se evidencia una baja en la densidad poblacional de trips esto fue resultantes a las altas precipitaciones.

Los arreglos espaciales también ayuda a disuadir o repeler plagas porque las señales visuales o químicas que no son de cultivos cambian el comportamiento de los insectos, potencialmente reduciendo el daño de plagas (González-Chang *et al.* 2017), en el ensayo se mostró que los trips prefirieron la especie de cempaxóchitl que el tomate de cáscara, cambiando su comportamiento habitual, seguramente mediado por una señal física o química por determinar.

Resultados similares se reportan para el cultivo intercalado de apio, *Apium graveolens* L., en campos de pepino, donde se redujo la población de la mosca blanca *B. tabaci*, por disuadir la plaga y la ovoposición (Tu y Qin 2017). Esta forma del manejo del hábitat también actúa creando una barrera física, restringiendo el movimiento de plagas entre plantas o

proporcionando recursos florales para los enemigos naturales de las plagas (Smith y McSorley 2000).

Hay un creciente interés en el manejo del hábitat para el manejo de las plagas para los productores orgánicos, investigadores y organizaciones no gubernamentales en países en desarrollo (Zehnder 2007, Reddy 2017) y países desarrollados (Shelton y Badenes-Pérez 2006, Reganold y Wachter 2016). En áreas donde el acceso a plaguicidas sintéticos es limitado, o donde se desaconseja su uso (no guiado), por lo que la tecnología de gestión del hábitat podría ser una importante estrategia de manejo de plagas para los agricultores. En países como Bután (Vidal y Kelly 2013), China (Gurr *et al.* 2016) y partes de India (Nitin 2015, The Hindu 2016) este enfoque es una estrategia central para el manejo de plagas. Debido a que las regulaciones de pesticidas siguen siendo revisadas rápidamente a nivel nacional e internacional, en muchos países se pueden explorar nuevas oportunidades de control de plagas para enfoques basados en la ecología, como es la gestión del hábitat.

Respecto a la diversidad de trips encontrados en las plantas de tomate de cáscara y cempaxóchitl, se reporta por primera vez en México a el trips africano *Ceratothripoides brunneus* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 14) está ampliamente distribuido en África subsahariana, donde es una plaga importante de tomates, berenjenas, pimientos y otras solanáceas (Moritz *et al.* 2016). Especímenes históricos de varias colecciones de museos examinados por Mound y Nickle (2009) sugirieron que el área de distribución original de *C. brunneus* estaba confinada a la región afrotropical. Sin embargo, informes más recientes incluyen especímenes recolectados en Puerto Rico (Mound y Nickle 2009), Malasia (Mound y Azidah 2009), Cuba (Suris y Rodriguez-Romero 2011), Indonesia (Sartiami y Mound 2013) y Guadalupe (Étienne *et al.* 2015), lo que indica que *C. brunneus* se ha movido

más allá de su área de distribución nativa, presumiblemente transportada por el comercio hortícola (Mound y Azidah 2009). En América del Norte, *C. brunneus* fue interceptado en los puertos de entrada de EE. UU. (Níquel, 2009) pero no se ha informado fuera de los entornos de cuarentena.

Según Moritz *et al.* (2016), *C. brunneus* se reproduce principalmente en las hojas. La identificación de las plantas hospedantes no solo proporciona una medida cuantitativa de la conveniencia de una planta para completar el ciclo de vida del insecto, sino que también indica el origen de la población de la plaga (Terry 1997). En esta investigación, *C. brunneus* fue encontrada en el cultivo de cempaxóchitl, entonces esta planta es un hospedero potencial para este insecto, valdría la pena estudiar la biología de *C. brunneus* en el cempaxóchitl. No se sabe que *C. brunneus* transmita tospovirus pero, dado que el congénere *C. claratris* (Shumsher) (Thysanoptera: Thripidae) es un vector del virus de la clorosis de Capsicum en los tomates (Premachandra *et al.* 2005), el potencial de *C. brunneus* como el vector debe investigarse con más detalle (Macharia *et al.* 2015).

Desde el 2016 *C. Brunneus* y *C. claratris* se identificaron en el estudio de EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas) sobre riesgos de plagas relacionados con la importación de tomate y que además presenten un riesgo para la región EPPO. Estas especies de trips fueron seleccionadas como prioridad para el ARP por el Grupo EPPO de Medidas Fitosanitarias. (SENASICA, 2016).

Otra especie identificada fue *Frankliniella bruneri*, Sinavimo (2022) (Figura 19) indican que una infestación severa conduce a la deformación de los cogollos si la alimentación ocurre antes de que estos comiencen a abrirse. El efecto más grave de la alimentación con trips se debe a la transmisión de tospovirus a cultivos susceptibles como tomates, lechugas. Se sabe

que al menos cinco tospovirus diferentes son transmitidos por trips de las flores occidentales. Los síntomas del virus varían considerablemente en diferentes plantas, desde el desastroso marchitamiento y colapso de las plantas de lechuga, pasando por una variedad de moteados y distorsiones en las hojas (Sinavimo 2022). El género *Frankliniella* evidencia que este grupo son fitófagos, está conformado por alrededor de 175 especies (Austin *et al.* 2004). Estos insectos constituyen un grupo de importancia agrícola porque muchas de sus especies causan daño directo o son eficientes transmisoras de enfermedades virales, que causan serias pérdidas en los rendimientos al disminuir la actividad fotosintética (González y Suris 2009; González y Castillo 2009). Estas tres especies de trips fueron identificadas en el cultivo de cempaxóchitl de acuerdo a los resultados se puede intuir que esta planta atrae a más de una especie de trips.

En el tomate de cáscara solamente se encontró *F. occidentalis* (Figura 9) cuyas larvas y adultos suelen alimentarse en las flores del cultivo llegando a picar sus tejidos vegetales; causando un aspecto broceado en el fruto, el cual, puede afectar el desarrollo del mismo (Giménez *et al.*, 2003).

Respecto al rendimiento obtenido, es de destacar que tomate de cáscara en unicultivo fue el segundo arreglo espacial con más rendimiento de tomate, el primero fue el tratamiento 5 en donde existió mayor presencia de cempaxóchitl, por lo que se puede el hecho de que los trips prefirieron alojarse en el cempaxóchitl, puedo reducir los daños físicos en tomate, un menor estrés en la planta o una menor presencia de efecto de tospovirus.

IX Conclusiones

- El cultivo de cempaxóchitl actúo como planta atrayente de trips en un sistema de cultivo asociado con tomate de cáscara y en unicultivo.
- El cempaxóchitl actúa como un atrayente natural de más de una especie de trips de haciendo indeterminable que especie abunda más.
- *Frankliniella occidentalis* (Pergande) fue la única especie de trips presente en tomate de cáscara.
- Se determinó un mayor rendimiento de tomate de cáscara cuando se asoció con cempaxóchitl.
- La temperatura y precipitación ejercen un papel muy importante en la abundancia de trips.

X. Referencias bibliográficas

Agrios, G. (2005). Plant Pathology. 5^a ed. Elsevier. USA. 922 pp.

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.

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.

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.

- Austin, D. A., Yeates, D. K., Cassis, G., Fletcher, M., Salle, J., Lawrence, F. J., Mcquillan, P. B., Mound, L. A., Bickel, D. J., Gullan, P. J., Hales, D. F. & Taylor, G. 2004. Insects "Down Under" - Diversity, endemism and evolution of the Australian insect fauna: examples from select orders. *Australian Journal of Entomology*, 43: 216-234
- Baute, R. Y. (1982). Estudio químico-biológico de los extractos de hexánicos de *Tagetes tenuifolia* (compositae). Tesis de licenciatura, México: UNAM
- Bivand, R., Pebesma, E. and Gómez, R. V. (2008). *Applied spatial data analysis with R*. Spring. New York. USA. 374 p.
- Carballo, M., y Falguni, C. (2004). Control biológico de insectos mediante virus entomopatógenos. En *Control biológico de plagas agrícolas* (65-65). Managua: INPASA.
- 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.
- 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.
- 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 mediated antibiotic activity of Thiophene compound of *Tagetes* spp. *Phytochemistry* 14: 2225-2296.
- Chang, G. F., Towers, G. H. and Mitchell, J. C. (1975). Ultraviolet mediated 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. (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.
- 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 annum* 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: ww.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/ambrosia-confertiflora/fichas/ficha.htm.

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.

Digfineart. (2017) ¿Son de tomate de cáscara plantas venenosas para las ovejas? Disponible en: <https://www.digfineart.com/gGzM7eaLa/>.

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.
- Etienne, J, Ryckewaert P, Michel B. (2015). Trips (Insecta: Thysanoptera) de Guadalupe y Martinica: lista de verificación actualizada con nueva información sobre su ecología y enemigos naturales. Entomólogo de Florida 98: 298–304
- 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. 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.
- Garzón, T. J. A. 2002. El “Pulgón Saltador” o la Paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. Memoria de taller sobre Paratrioza cockerelli Sulc como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sin., México, 100 pp.
- Giménez, G., Paullier, J., & Maeso, D. (2003). Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de la frutilla. Uruguay: Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA.
- Goldarazena. Arturo (2015). Orden Thysanoptera. Revista IDE@ - SEA, 52, 1–20.
- 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.

- González, B. J. (1993). Efecto de cempasíchil (*Tagetes erecta* L.) en pulgones y mosquita blanca. Tesis de licenciatura, México: UNAM. p 20-21
- 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-Chang, M., G. M. Gurr, J. M. Tylianakis, and S. D. Wratten. (2017). Cultural control, pp. 494–514. In H. F. van Emden and R. Harrington (eds.), *Aphids as crop pests*. CABI Publishers, Wallingford, United Kingdom
- González, C. & Suris, M. (2009). *Anisopilothrips venustulus* (Priesner) (Thysanoptera: Thripidae) nuevo informe para Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 24: 131-133
- González, C. & Castillo, N. 2009. Dos nuevas especies del género *Neohydatothrips* John (Thysanoptera: Thripidae) para Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 24: 1-3.
- 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.
- Gurr, G. M., Z. Lu, X. Zheng, H. Xu, P. Zhu, G. Chen, X. Yao, J. Cheng, Z. Zhu, J. L. Catindig, 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nat. Plants* 2
- Hernández, D. C. (1999). Actividad antimicrobiana de la planta de *Tagetes lucida* Cav. (pericón). Tesis de maestría, México: UNAM. p 15.

Hydroenvironment, S.A. de C.V. (2017). Disponible en:
http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=409.

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 biologicas. (2017). Control biologico de trips. de ideas biológicas Disponible en:
<https://www.ideasbiologicas.com/images/pdf/plan-fitosanitario-control-biologico-de-trips.pdf>.

Koppert Biological Systems. (2017). Control biológico y polinización. Disponible en:
<https://www.koppert.mx/retos/moscas-blancas/mosca-blanca-de-los-invernaderos/>.

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.

LEWIS, J. S. (1998). The thrips or Thysanoptera, of Illinois. State of Illinois. Department of Registration and Education. Natural History Surver Division. Urbana Illinois. 552 p.

- Lung, G., Fried, A. and Schmidt, U. (1997). Biological control of nematodes with the enemy plant *Tagetes* spp. *Gesunde Pflanzen* 49:111-118.
- Macharia I, Backhouse D, Skilton R, Ateka E, Wu SB, Njahira M, Maina S, Harvey J. 2015. Diversidad de especies de trips y vectores del virus del marchitamiento del tomate en sistemas de producción de tomate en Kenia. *Revista de Entomología Económica* 108: 20–28
- 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.
- 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.
- 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.
- Morallo, R. B. (1987). Botanical pest control research in the Philippines. *Philippine Entomologist* 7:1-30.

- Moritz, G., Mound L.A, Morris D.C., Goldarazena A. (2004). Pest thrips of the world – visual and molecular identification of pest thrips. CD-ROM published by CBIT, Brisbane. Disponible en [URL:http://www.cbit.uq.edu.au/software/pestthrips/default.htm](http://www.cbit.uq.edu.au/software/pestthrips/default.htm).
- Moritz, G, Brandt S, Triapitsyn S, Subramanian S. (2016). Herramientas de identificación e información para trips en África Oriental, <http://thripsnet.zoologie.uni-halle.de/key-server-neu/data/03030c05-030b-4107-880b-0a0a0702060d/media/Html/index.html>
- Moulton, D. (1948). The genus *Frankliniella* Karny, with keys for the determination of species (Thysanoptera). *Revista de Entomología* 19: 55-114.
- Mound, L. A.; Marullo, R. (1996). The trips of Central and South America: an introduction (Insecta; Thysanoptera). *Memoirs on Entomology International* 6: 1-487.
- Mound, LA, Nickle DA (2009). El género del Viejo Mundo *Ceratothripoides* (Thysanoptera: Thripidae) con un nuevo género para especies relacionadas del Nuevo Mundo. *Zootaxa* 2230: 57–63
- NCBI. *Physalis ixocarpa*. (2019). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=374031>.
- Nitin, S. (2015). Down to Earth. Organic states. Disponible en <https://www.downtoearth.org.in/news/organic-states-11703>
- Níquel, DA. (2009). Trips comúnmente interceptados en los puertos de entrada de EE. UU. desde África, Europa y el Mediterráneo. IV. Géneros diversos de tripina excluyendo *Frankliniella*, *Iridothrips* y *Thrips* (Thysanoptera, Thripidae). *Actas de la Sociedad Entomológica de Washington* 111: 215–238.

- 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.
- 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.
- Premachandra, WT, Borgemeister C, Maiss E, Knierim D, Poehling HM. (2005). *Ceratohripoides claratris* , un nuevo vector de un aislado del virus de la clorosis de *Capsicum* que infecta al tomate en Tailandia. *Fitopatología* 95: 659–663.
- Quiñones-Valdez, Rosalba & Pale, Jesús & Castañeda-Vildózola, Alvaro & Mejorada-Gómez, Elizabeth & Johansen-Naime, Roberto. (2020). Diversidad de trips (Insecta: Thysanoptera: Thripidae) asociados al cultivo de gladiolo en México. *Revista Colombiana de Entomología*. 46. e8607. 10.25100/socolen.v46i1.8607.
- R. Core Team. (2012). A lenguaje for modeling and enviroment for stactical computing. R foundation for stactical computing. Vienna Austria. Disponible en: URL:http://www.R_proyect_org/. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2019

- Ramos, C. I. (1987). Compuestos fotosensibles en *Tagetes filifolia* Lag. (compusitae) y su actividad biológica sobre las bacterias. Tesis de licenciatura, México: UNAM. p 8.
- 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.
- Reddy, P. P. (2017). Trap cropping, pp. 133–147. In P. V. Reddy (ed.), *Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agriculture*. Springer. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-10-4325-3>
- Reganold, J. P., and J. M. Wachter. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nat. Plants* 2: 15221
- 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.
- 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.
- 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>.
- 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, 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., 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.
- 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, 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.
- Sartiami D, Montículo LA. (2013). Identificación de los trips terebrantianos (Insecta, Thysanoptera) asociados con plantas cultivadas en Java, Indonesia. *ZooKeys* 306: 1–21.
- Shelton, A. M., and F. R. Badenes-Perez. (2006). Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 285–308.
- Smith, H. A., and R. McSorley. (2000). Intercropping and pest management: a review of major concepts. *Am. Entomol.* 46: 154–161.
- SENASICA. (2016). *Ceratothripoides brunneus* y *C. claratris* en la lista de alertas de la EPPO. Prod..gob.mx. Retrieved December 8, 2022, Disponible en: <https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=1411#>

- Serrato-Cruz MÁ. (2022). Prácticas de cultivo de la flor de muerto (*Tagetes erecta* L.) y móviles culturales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i3.1339>
- Serrato-Cruz M. A. (2006). Colecta, caracterización y aprovechamiento de *Tagetes erecta* L. como ornamental. *Avances de investigación. Departamento de Fitotecnia: Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco Estado de México.*
- Serrato-Cruz, M. A. (2004). Cempazúchil: diversidad biológica y usos. *Ciencia y Desarrollo.* Disponible en: <http://2006-2012.conacyt.gob.70mx/comunicacion/Revista/ArticulosCompleto/pdf/Cempoalxochilt.pdf>.
- Serrato-Cruz, M. A. (2004). Cempazúchil: diversidad biológica y usos. *Ciencia y Desarrollo.* Disponible en: <http://2006-2012.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/ArticulosCompleto/pdf/Cempoalxochilt.pdf>.
- SIAP (Sistema de información Agrícola y Pecuaria). (2017). Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>.
- SIAP. (2019). Información de las Delegaciones de la SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: www.siap.gob.mx.
- SIAP. (2019). Información de las Delegaciones de la SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: www.siap.gob.mx.

- Sinavimo (2022). *Frankliniella bruneri* | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. Bienvenido al Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/frankliniella-bruneri>
- Skarlinsky, T., Funderburk, J., & Soto-Adames, F. (2017). *Ceratothripoides brunneus* (Thysanoptera: Thripidae) recorded from Florida. *The Florida Entomologist*, 100(2), 495–497. <http://www.jstor.org/stable/26358921>
- Sreekala, C. S. and P. Raghava. (2003). Exploitation 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 antagonistic intercrops on burrowing nematode in Robusta banana. *South Indian Horticulture* 38:216-217.
- Suris M, Rodríguez-Romero A. (2011). Corrección de reportes de *Ceratothripoides claratris* a *Ceratothripoides brunneus* (Thysanoptera: Thripidae) en Cuba. *Revista de Protección*
- Terry, I. (1997). Selección de huéspedes, comunicación y comportamiento reproductivo, págs. 65–118 En Lewis T [ed.], *Thrips as Crop Pests*. CAB International, Oxfordshire, Reino Unido. *Vegetal* 26: 134.
- The Hindu. (2016). Sikkim becomes India's first organic state. Disponible en: <https://www.thehindu.com/news/national/Sikkim-becomesIndia%E2%80%99sfirstorganic-state/article13999445.ece>
- Tu, H., and Y. Qin. (2017). Repellent effects of different celery varieties in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype Q. *J. Econ. Entomol.* 110: 1307–1316.

- 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, V. S., y Vázquez, C. S. (2007). Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Cuba: Editorial Universitaria.
- Vázquez, V. S., y Vázquez, C. S. (2007). Cultivos poblanos y sus opciones de industrialización. Cuba: Editorial Universitaria.
- 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-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-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==>.
- 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.
- Vidal, J., and A. Kelly. (2013). Bhutan set to plough lone furrow as world's first wholly organic country. *The Guardian-Poverty Matters Blog* 11. Disponible en:

https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&scioq=insectplant+biology.+Oxford+University+Press+on

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

Zehnder, G., G. M. Gurr, S. Kühne, M. R. Wade, S. D. Wratten, and E. Wyss. (2007). Arthropod pest management in organic crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 57–80

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 annum* L.). *Nematropica* 23:49-56.

XI. Anexos



Floración de cempaxóchitl



Trampeo para la abundancia de trips localidad el cerrillo



Trasplante de plántula localidad El Tejocote



Trampa amarilla con cubierta de aceite vegetal



Trasplante del experimento en bloques al azar localidad el tejocote



Prendimiento de plántula de cempaxóchitl



Experimento a los 60 DDT (Días después del trasplante)



Montaje de trips