



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE TRIPS
(INSECTA: THYSANOPTERA) ASOCIADOS CON HORTALIZAS DE LA
REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO**

CIRO LUIS ANTONIO TURCIOS PALOMO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

La presente tesis titulada: **IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE TRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ASOCIADOS CON HORTALIZAS DE LA REGION CENTRAL DE MÉXICO**, realizada por el alumno: **CIRO LUIS ANTONIO TURCIOS PALOMO** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

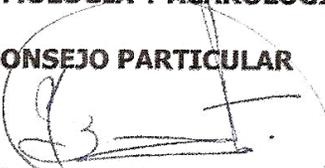
DOCTOR EN CIENCIAS

FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


DR. NESTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

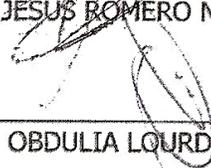
ASESOR


DR. ROBERTO JOHANSEN NAIME

ASESOR


DR. JESÚS ROMERO NAPOLES

ASESOR


DRA. OBDULIA LOURDES SEGURA LEON

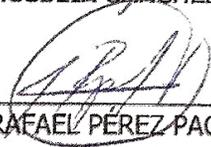
ASESOR


DR. JORGE VERA GRAZIANO

ASESOR


DR. HUSSEIN SÁNCHEZ ARROYO

ASESOR


DR. RAFAEL PÉREZ PACHECO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre de 2013

IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE TRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ASOCIADOS CON HORTALIZAS DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO

Ciro Luis Antonio Turcios Palomo, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2013.

RESUMEN GENERAL

En la actualidad los cultivos de hortalizas en México son severamente afectados por insectos conocidos como trips (Thysanoptera: Insecta), las pérdidas son notables en jitomate, chile, tomate de cáscara, calabacita, pepino y cebolla por la importancia económica que representan. La afectación es, por los daños que ocasionan cuando se alimentan de sus brotes y frutos tiernos, follaje y flores, por la transmisión de virus fitopatógenos, por su periodicidad y por las constantes aplicaciones de productos fitosanitarios para su control. Las especies *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*, destacan como las más relevantes en estos cultivos por su capacidad invasiva, su amplia distribución y polifagia. De febrero de 2010 a febrero de 2011 se muestrearon cultivos de jitomate, chile, tomate de cáscara, calabacita, pepino y cebolla en Puebla y Morelos de la región central de México, con el objetivo de determinar las especies presentes, estudiar su fluctuación poblacional y conocer el efecto de las condiciones ambientales de temperatura y precipitación pluvial en la población. Por otro lado durante 2011 y 2012 se realizaron muestreos de la especie *Frankliniella occidentalis* en cultivos de jitomate, chile, calabacita y pepino de diferentes regiones geográficas de Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Puebla, Sinaloa y Veracruz para analizar la región ITS2 del ADN ribosomal, con los objetivos de estimar su variabilidad genética dentro y entre poblaciones y conocer su posible historia evolutiva de la población en México. En la región central se determinaron tres especies, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella fortissima*(Priesener) y *Thrips tabaci* (Lindeman). Se determinó que el mayor pico de población coincide con la presencia de flores en todos los cultivos, excepto en cebolla. Se presentaron de dos a seis generaciones por ciclo de cultivo y se observó que las poblaciones disminuyen cuando las plantas se acercan a la senescencia. El mayor efecto negativo sobre la población de trips fue ocasionado por la precipitación pluvial. Por otro lado con el análisis de la región ITS2 del ADN ribosomal de *F. occidentalis*, se identificó un alto nivel de polimorfismo dentro y entre poblaciones, la reconstrucción de la filogenia y de la historia evolutiva señaló una estructura poblacional asociada con la región geográfica y los hospederos de donde fueron colectados los especímenes. Asimismo se incluyen nuevos cultivos como hospederos de este trips y se indican nuevas áreas de distribución, ampliando así su presencia en México. **Palabras clave:** *Frankliniella*, *Thrips*, fluctuación poblacional, variabilidad genética

IDENTIFICATION AND POPULATION FLUCTUATION OF THRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ASSOCIATED WITH VEGETABLE CROPS IN THE CENTRAL REGION OF MEXICO

Ciro Luis Antonio Turcios Palomo, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2013.

ABSTRACT

Currently, vegetable crops in Mexico are severely affected by insects known as thrips (Thysanoptera: Insecta) with notable losses in tomato, chili pepper, green tomato, zucchini, cucumber, and onion given the economic importance they represent. The effect comes due to the damage caused when they feed on the shoots, young fruits, foliage, and flowers, the transmission of phytopathogenic viruses, their periodicity and the constant application of phytosanitary products for their control. The species *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* stand out as the most relevant in these crops due to their invasive capacity, their wide distribution, and polyphagia. From February 2010 to February 2011, samples were taken from zucchini, onion, chili pepper, cucumber, tomato, and green tomato crops in Puebla and Morelos, in the central region of Mexico, with the objective of determining the species present, studying their population fluctuation and knowing the effect of the environmental conditions pertaining to temperature and rainfall on their populations. Moreover, during 2011 and 2012, samplings of the species *F. occidentalis* were taken from tomato, chili pepper, zucchini, and cucumber crops from different geographical regions of Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, the State of Mexico, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Puebla, Sinaloa, and Veracruz to analyze the ITS2 region of ribosomal DNA with the objectives of estimating its genetic variability within and among populations, and learning the possible evolution history of the population in Mexico. Three species were determined in the Central Region: *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella fortissima* (Priesener), and *Thrips tabaci* (Lindeman). It was determined that the highest population peak coincides with the presence of flowers in all crops, with the exception of onions. There were from two to six generations per crop cycle, and it was observed that the populations decrease when the plants near senescence. The greatest negative effect on the populations was caused by rainfall. With the analysis of the ITS2 region of the rDNA of *F. occidentalis*, a high degree of polymorphism was identified within and among populations. The reconstruction of the phylogeny and the evolution history points to a population structure associated with the geographical region and the hosts from which they were collected. Likewise, new crops are included as hosts for this thrips, and new areas are indicated, thus widening their presence in Mexico.

Key words: *Frankliniella*, *Thrips*, population fluctuation, genetic variability

DEDICATORIA

A mis hijas: Leslie Adriana y María Fernanda Turcios Terrazas, que son el sentido de mi vida. Que les pueda inspirar un sentimiento de lucha y superación en sus vidas.

A mi esposa: Linda Arely Terrazas Morales, por su apoyo. Gracias.

A mis padres María Luisa Palomo Rodríguez y José Refugio Turcios Flores, a través de su educación, esfuerzos y apoyo incondicional he logrado alcanzar grandes metas.

A mis hermanas: Angeles, Laura, Claudia y María del Refugio.

A la familia Terrazas Morales

A la Familia Pérez Turcios

A la Familia Rivera Turcios

A la Familia Cano Turcios

A la Familia Palacios González

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Mi más grande agradecimiento.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado para realizar mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

Al Dr. Néstor Bautista Martínez, que sin su gran apoyo, disponibilidad y empuje no hubiera sido posible llegar a culminar este importante logro.

A la Dra. Obdulia L. Segura León, por todo el apoyo, paciencia y sugerencias para realizar esta investigación.

Al Dr. Jesús Romero Nápoles, por su valioso apoyo en la revisión y corrección de este documento.

Al Dr. Roberto Johansen Naime por su valiosa contribución en la confirmación de las especies de trips.

Al Dr. Jorge Vera Graziano, Dr. Hussein Sánchez Arroyo, Dr. Rafael Pérez Pacheco, por haber formado parte mi consejo particular y por sus comentarios y sugerencias para mejorar esta investigación.

Y todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, consejos y amistad para poder llevar a buen termino este gran proyecto.

CONTENIDO

RESUMEN GENERAL	ii
ABSTRACT	iii
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
OBJETIVOS GENERALES	5
HIPÓTESIS	5
LITERATURA CITADA	6
CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE TRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ASOCIADOS CON HORTALIZAS DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.....	9
1.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
1.2.1. Zonas de Estudio	13
1.2.2. Muestreo	13
1.2.3. Fluctuación poblacional.....	14
1.2.4. Variables ambientales.....	14
1.2.5. Progreso de la infestación.....	15
1.2.6. Determinación de especies.....	15
1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
1.3.1. Muestreos para fluctuación poblacional y determinación de especies.....	16
1.3.2. Determinación y frecuencia de especies.....	18
1.3.3. Especies de trips por cultivo	18
1.3.4. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> en pepino	20
1.3.5. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> en calabacita.....	24
1.3.6. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> en chile	26
1.3.7. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> en jitomate	27

1.3.8. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> en tomate de cáscara	29
1.3.9. Fluctuación poblacional de <i>T. tabaci</i> en cebolla.....	30
1.3.10. Modelo de la infestación de <i>T. tabaci</i> en cebolla.....	35
1.4. CONCLUSIONES.....	36
1.5. LITERATURA CITADA	37
CAPITULO II ESTRUCTURA POBLACIONAL DE <i>Frankliniella occidentalis</i>	
(THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) ASOCIADA CON HORTALIZAS EN MÉXICO	42
2.1. INTRODUCCIÓN.....	44
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
2.2.1. Búsqueda bibliográfica de hospederos y distribución	45
2.2.2. Recolecta de material biológico	45
2.2.3. Determinación de la especie.....	46
2.2.4. Análisis molecular	46
2.2.5. Variabilidad genética.....	47
2.2.6. Reconstrucción de la filogenia	48
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
2.3.1. Hospederos y distribución en México.....	48
2.3.2. Variabilidad genética de <i>F. occidentalis</i>	51
2.3.3. Reconstrucción de la filogenia	52
2.3.4. Red de haplotipos	57
2.4. CONCLUSIONES.....	59
2.5. LITERATURA CITADA	60
CONCLUSIONES GENERALES.....	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Cultivos, lugares, fechas y número de muestreos de trips en los estados de Puebla y Morelos, 2013.....	17
Cuadro 1.2. Frecuencia de especies de trips identificadas en las muestras de seis hortalizas en Puebla y Morelos. 2013.....	19
Cuadro 1.3. Modelo de la infestación en cebolla por <i>Thrips tabaci</i> en ocho sitios de estudio en la región central de México. Coeficiente de determinación (R^2), Cuadrado Medio del Error y Tasa de infestación aparente (b^{-1}), estimados con un modelo Weibull. Puebla y Morelos, México. 2013.....	35
Cuadro 2.1. Sitios, cultivos y fechas de colecta de <i>Frankliniella occidentalis</i> en 12 estados de la República Mexicana.....	46
Cuadro 2.2. Hospederos y distribución de <i>Frankliniella occidentalis</i> en la República Mexicana.....	50
Cuadro 2.3. Polimorfismo de la región ITS2 dentro de poblaciones de <i>F. occidentalis</i> recolectadas en hortalizas en México.....	52
Cuadro 2.4. Lista haplotipos de <i>Frankliniella occidentalis</i> obtenidas de México y de la base de datos NCBI con el programa DnaSP 5.1.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Atlatlahucan y Tepalcingo, Morelos, México. 2013.....	21
Figura 1.2. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Tlayacapan, Morelos, México. 2013.....	22
Figura 1.3. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Tepeohuma, Puebla, México. 2013.....	24
Figura 1.4. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de calabacita en Tlayacapan, Tepalcingo y Atlatlahucan, Morelos, México. 2013.....	25
Figura 1.5. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de chile en Izucar de Matamoros y Tepeojuma, Puebla y Tlayacapan, Morelos, México. 2013.....	27
Figura 1.6. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de jitomate en Tlayacapan y Atlatlahucan, Morelos, México. 2013.....	28
Figura 1.7. Fluctuación poblacional de <i>F. occidentalis</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de tomate de cáscara en Tlayacapan, Morelos y Tepeojuma, Puebla, México. 2013.....	30
Figura 1.8. Fluctuación poblacional de <i>Thrips tabaci</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de cebolla en Axochiapan y Tepalcingo, Morelos, México. 2013.....	32

Figura 1.9. Fluctuación poblacional de <i>Thrips tabaci</i> (Thysanoptera) asociados con el cultivo de cebolla en Axochiapan, Morelos, México. 2013.....	33
Figura 1.10. Fluctuación poblacional de <i>Thrips tabaci</i> (Thysanoptera) asociado con el cultivo de cebolla en Tilapa y Tepeojuma, Puebla, México. 2013.....	34
Figura 2.1. Reconstrucción y distribución de la filogenia de la región ITS2 de 41 secuencias de <i>Frankliniella occidentalis</i> de México y 23 secuencias obtenidas de NCBI de diferentes regiones del mundo, con base en el método Neighbor-Joining, con 500 repeticiones de bootstrap con el modelo Kimura dos parámetros con distribución gama (K2 + G) de 1.44...	56
Figura 2.2. Red de haplotipos de las poblaciones de <i>F. occidentalis</i> de México y secuencias obtenidas en el NCBI de Estados Unidos, Inglaterra, Japón y China; con el programa Splits Tree4.....	58

INTRODUCCIÓN GENERAL

El mercado internacional de hortalizas tiene un valor de millones de dólares a nivel mundial. México se ubica entre los primeros 20 países productores y exportadores de estos productos; en las últimas dos décadas ha mantenido un crecimiento constante superior al promedio internacional. Durante 2011 el cultivo con mayor producción nacional fue chile mismo que ocupó el segundo lugar mundial, solo detrás de China; el pepino ocupó el lugar 15, la cebolla el 11, la calabacita alcanzó el octavo y el jitomate se posicionó en el lugar 11 (FAO 2011).

En el ámbito nacional en los últimos 10 años, se ha realizado un cambio agudo en la geografía agrícola mexicana, hay una tendencia muy significativa al crecimiento de hortalizas orientado al mercado externo e interno más rentables, se considera que la superficie para la horticultura aumentó alrededor de un 6% en esta última década (Quintana 2003).

De acuerdo con datos de SIAP-SAGARPA (2012) los cultivos de jitomate, tomate de cáscara, chile, cebolla, pepino y calabacita representaron las hortalizas más importantes por la superficie sembrada y valor de mercado; ya que se destinaron más de 349,000 hectáreas para su producción, de las cuales 53,780 fueron de jitomate; 47,830 de tomate de cáscara, de calabacita 29,591; de cebolla 48,638, de pepino 16,354 y para chile se destinaron 152,742 hectáreas; en conjunto generaron poco más de \$33 mil millones de pesos, que representa el 55% del valor total de hortalizas en México y de estos el más importante es chile con 19.8% mientras que jitomate paso

de ser la hortaliza de mayor importancia al segundo lugar con un 16.9% seguido por cebolla 7.5%, tomate de cascara 3.7%, calabacita y pepino 3.5%

Una problemática de gran impacto en estos cultivos es la presencia de insectos plaga que afectan su calidad y rendimiento, dentro de éstos se encuentran de manera importante los trips (Torres-Vila et al. 1994).

Los trips son diminutos insectos cosmopolitas delgados de 0.1 a 15 mm poseen un cuerpo alargado y delgado de color blanco, pálido hasta castaño oscuro, la mayoría de especies poseen dos pares de alas delgadas con setas en las venas y están rodeadas con largos cilios, de donde toma el nombre, su aparato bucal está modificado, solo la mandíbula derecha está completamente desarrollada (Mound et al. 1993; Garcia et al. 2011; Johansen y Mojica 1997).

Los daños que provocan se clasifican como directos e indirectos. Los primeros los ocasionan larvas y adultos al alimentarse de los contenidos individuales de células de las plantas con la consecuente disminución de la capacidad fotosintética (Shipp et al. 2000). El síntoma de su presencia en hojas es un plateado que se puede tornar amarillo hasta café, las áreas dañadas coalescen secándose y provocando su caída prematura; los brotes tiernos se pueden distorsionar; en flores, los pétalos, estambres y pistilos pueden ser atacados y desarrollar plateados; en frutos provocan corchosis como consecuencia de la cicatrización del tejido dañado (Lewis et al. 1997). Los daños indirectos son ocasionados al transmitir patógenos, como el "Virus de la marchitez manchada del tomate" (TSWV) y "Virus impaciente de la mancha necrótica" (Shipp et al. 2000; Daugherty et al. 1997). Ochoa et al. (1999) mencionan tres especies del género *Thrips*; y cuatro del género *Frankliniella* como transmisores del TSWV.

El impacto por trips a los cultivos depende de factores como la habilidad para causar daño por su alimentación, el tamaño de la población, el estado de crecimiento de la planta, su vulnerabilidad, daños por ovoposición, duración de la infestación, capacidad de dispersión y la disponibilidad de condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo (Reitz 2009). Se han realizado estimaciones a cerca de las pérdidas que provocan en hortalizas Mcpherson y Douce (1992) estimaron en Georgia, Estados Unidos una reducción anual de más de \$20 millones de dólares en tomate, chile, cebolla y sandia. Por su parte Fournier et al. (1995) reportaron en Canadá pérdidas de 34% a 43% en cebolla ocasionadas por *T. tabaci*. Por otro lado (Shipp et al. 2000) indican que *F. occidentalis* puede provocar de 4.7% - 27% de frutos dañados de pepino bajo condiciones de invernadero.

Unos de los primeros reportes sobre la interacción de estos insectos con hortalizas son los de Chittenden (1919) donde describe a *T. tabaci* como plaga de importancia en cebolla en Estados Unidos y el de Bailey (1938) que señala a esta misma especie dañando al mismo cultivo en California.

De acuerdo con Kirk y Terry (2003) desde los años 70's en Estados Unidos inicio una dispersión masiva de *F. occidentalis* hacia múltiples cultivos debido al incremento global de la floricultura y horticultura.

En México Johansen y Mojica (1993) reconocen como plagas de importancia económica a *T. tabaci*, *Selenothrips rubrocinctus*, *T. simplex*; y *Caliothrips phaseoli*. Existen reportes de la asociación de estos insectos en otros cultivos, pero son escasos los que se refieren a hortalizas y muchos de estos solo consideran la identificación de la especie. Probablemente el trabajo más completo de trips asociados con hortalizas en

México, es el realizado por Valenzuela et al. (2010) en calabaza (*Cucurbita moscata*) donde identificaron cinco especies y tres géneros, además estudiaron su fluctuación poblacional.

Muchas especies de trips están adaptadas a una forma de vida invasiva, cruzan barreras geográficas establecen y construyen poblaciones autónomas en regiones antes no colonizadas. (Morse y Hodle 2006) de aquí que el interés por incrementar el conocimiento de estos insectos se ha acentuado considerablemente en los últimos años, debido al aumento de la comercialización de hortalizas y a que muchas especies que no se consideraban de importancia económica se han convertido en plagas, por lo que es prioritaria la profundización de su estudio. (González y Moraima 2010; Hollingsworth et al. 2002).

Por lo anterior y con el fin de incrementar el conocimiento de los trips en México, se propone el presente trabajo de investigación, con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS GENERALES

Determinar las especies de trips que están asociadas a cultivos de jitomate, tomate de cáscara, chile, calabacita, pepino y cebolla en las zonas productoras de hortalizas de los estados de Puebla y Morelos, México. Conocer su fluctuación poblacional y su interacción con las condiciones de lluvia y temperatura. Estimar los niveles de variación genética de diferentes poblaciones de *Frankliniella occidentalis* presentes en los cultivos hortícolas de chile, jitomate, calabacita y pepino, provenientes de diferentes regiones geográficas de México. Conocer la posible historia evolutiva de la población de dicha especie en México. Así como hacer una revisión bibliográfica sobre los cultivos y lugares en los que *F. occidentalis* está presente en nuestro país.

HIPÓTESIS

- La fluctuación poblacional de trips en hortalizas está determinada por condiciones ambientales de temperatura, precipitación pluvial y el estado fenológico de los cultivos.
- Existe variación genética dentro de la población de *Frankliniella occidentalis* presente en México.

LITERATURA CITADA

Bailey, S. F. 1938. Thrips of economic importance in California. Circular of the California Agriculture Experiment Station. 77 pp.

Chittenden, F. H. 1919. Onion thrips control. Farmers' Bulletin United States Department of Agriculture. 16 pp.

Daughtery, M. L., R. K. Joves, and J. W. Moyer 1997. Tospoviruses strike the greenhouses industry. INSV has become a major pathogen on flower crops. Plant disease 81: 1220- 1230.

FAO. Food Agricultural Organization. 2011 <http://www.fao.org> Fecha de consulta. 28 junio 2013.

Fournier, F., G. Boivin and R. K. Stewart. 1995. Effect of *Trhrips tabaci* (Thysanoptera: Trhipidae) on yellow onion yields and thresholds for its management. Journal of Economic Entomology 88: 1401-1407.

Garcia, M. O., R. Johansen, J. L. Villareal, R. Carbajal, A. Robles y A. Retana. 2011. Contribución al Conocimiento de los Thysanoptera de Coahuila, México. Métodos en Ecología y Sistemática. 6: 15-26.

González, C. y S. Moraima. 2010. Comportamiento de poblaciones de trips sobre tres especies de liliáceas en dos sistemas de cultivos en la provincia de la Habana. Rev. Protección Veg. 25 (2): 98-102

Hollingsworth, R., T. Kelvin and J. W. Amstrong. 2002. Greenhouse, production of flowers and ornamentals. Environ Entomol. 31 (3): 523-532.

Johansen, R. M. y A. G. Mojica. 1993. Orden Thysanoptera. In: Taller taxonómico de ácaros y estados inmaduros de lepidópteros. DGSV- Centro nacional de referencia de diagnóstico fitosanitario, D.F., México. 48p.

Johansen, R. M. y A. G. Mojica 1997. Importancia agrícola de los trips *In: Manual sobre entomología y acarología aplicada del 22 al 24 de mayo*. UPAEP. Puebla, Pue. SME - UPAEP. 11-18 pp.

Kirk, W. D. and L. I. Terry. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agric. Forest Entomol.* 5: 301-310.

Lewis, T., L. A. Mound, S. Nakahara and C. C. Childers. 1997. Major crops infested by thrips with main symptoms and predominant injurious species. *In: Lewis, T. (ed). Thrips as Crop Pests*. CAB International; Wallingford, United Kingdom. pp. 675-710.

Mcpherson, R. M. and G. K. Douce. 1992. Summary of losses from insect damage and costs of control in Georgia. The Georgia Agricultural Experiment Station, College of Agriculture and Environmental Science, University of Georgia (81) 65.

Morse, J. G. and M. S. Hoddle. 2006. Invasion biology of thrips. *Annu. Rev. Entomol* (51):67-89.

Mound, L. A., A. Retana, and H. G. Du. 1993. Claves ilustradas para las familias y los géneros de Terebrantia (Insecta: Thysanoptera) de Costa Rica y Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 41: 709-727.

Ochoa, M. D, E. Z. Mejía, G. M. Aguilera and R. M. Johansen. 1999. Implication of weed composition and thrips species for the epidemiology of tomato spotted wilt in chrysanthemum (*Dendrathera grandiflora*). *Plant Pathology* 48: 707-718.

Quintana, S. V. 2003 El círculo vicioso del tratado de libre comercio de América del Norte: La amarga experiencia mexicana en el agro a partir del TLCAN. *Deslinde* No. 33.

Reitz, S. R. 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. *Florida Entomologist* 92 (1):7-13.

Shipp, J. L., K. Wang, and M. R. Bins. 2000. Economic injury levels of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. *J. Economic Entomol.* 93: 1732 - 1740.

SIAP-SAGARPA. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.com.mx> Consulta 18 de julio 2013.

Torres-Vila, L. M., A. Lacasa, P. Bielza, y R. Meco. 1994. Dinámica poblacional de *Thrips tabaci* Lind. (*Thysanoptera: Thripidae*) sobre liliáceas hortícolas en Castilla- La Mancha. *Bol. San. Veg. Plagas* 20(2): 661-677.

Valenzuela, G.R., O. J. Cambero, C. R. Carvajal, A. Robles, y A. Retana. 2010. Fluctuación poblacional y especies de trips (Thysanoptera) asociados a calabaza en Nayarit, México. *Agronomía Mesoamericana* 21 (2): 333-336.

**CAPÍTULO I. IDENTIFICACIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE TRIPS
(INSECTA: THYSANOPTERA) ASOCIADOS CON HORTALIZAS DE LA REGIÓN
CENTRAL DE MÉXICO**

RESUMEN

La presencia de trips (Insecta: Thysanoptera) en hortalizas se ha convertido en un problema fitosanitario de importancia en México, esto es debido a los daños directos que ocasionan a las plantas, resultado de la alimentación de larvas y adultos; en tanto que los daños indirectos son causados al transmitir diferentes virus. Se llevaron a cabo muestreos de febrero de 2010 a febrero de 2011 en agroecosistemas de calabacita, cebolla, chile, pepino, jitomate y tomate de cascara en zonas productoras de hortalizas de los estados de Puebla y Morelos en la Región Central de México, con el objetivo de determinar las especies presentes, estudiar su fluctuación poblacional y conocer el efecto en la población de las condiciones ambientales de temperatura y precipitación pluvial. Se identificaron tres especies, todas pertenecientes a la familia Thripidae: *Frankliniella occidentalis* (Pergande) presente en todos los cultivos, *Frankliniella fortissima* (Priesener) en calabacita y pepino y *Thrips tabaci* (Lindeman) se encontró en cebolla y chile. El mayor pico de población coincide con la presencia de flores en los cultivos, excepto para cebolla; en general se presentaron de 2 a 6 generaciones de trips por ciclo de cultivo y las poblaciones disminuyen cuando las plantas se acercan a su senescencia. El mayor efecto negativo sobre la población de trips fue ocasionado por la precipitación pluvial.

Palabras clave: *Frankliniella*, *Thrips*, hortalizas, fluctuación.

IDENTIFICATION AND POPULATION FLUCTUATION OF THRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA) ASSOCIATED WITH VEGETABLE CROPS IN THE CENTRAL REGION OF MEXICO

ABSTRACT

The presence of thrips (Insecta: Thysanoptera) in vegetable crops has become an important phytosanitary problem in Mexico, the direct damages that they cause to plants, resulting from the feeding of larvae and adults, while the indirect damages are caused by the transmission of different viruses. Samplings were taken from February 2010 to February 2011 in zucchini, onion, chili pepper, cucumber, tomato, and green tomato agroecosystems in vegetable crop producing zones in the states of Puebla and Morelos in the Central Region of Mexico with the objective of determining the species present, studying their population fluctuation, and learning the effect of environmental conditions pertaining to temperature and rainfall on their populations. Three species were identified, all belonging to the Thripidae family: *Frankliniella occidentalis* (Pergande) present in all the crops, *Frankliniella fortissima* (Priesener) in zucchini and cucumber, and *Thrips tabaci* (Lindeman) found in onion and chili pepper. The highest population peak coincides with the presence of flowers in the crops, with the exception of onions. In general there were from 2 to 6 generations of thrips per crop cycle, and the populations decrease when the plants near senescence. The greatest negative effect on the thrips population was caused by rainfall.

Key words: *Frankliniella*, *Thrips*, vegetable crops, fluctuation.

1.1. INTRODUCCIÓN

En México el jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot), chile (*Capsicum annum* L.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.) son las principales hortalizas cultivadas por su valor de producción y superficie destinada, en su conjunto generaron el 55% del valor total de la producción hortícola (SIAP-SAGARPA 2012). Se consideran una fuente principal de divisas y empleo en el ámbito agrícola y de importancia social por el impacto que tiene en la nutrición de la población (Delgadillo 2000).

Los trips son insectos diminutos cosmopolitas de 0.1 a 15 mm de longitud, poseen un cuerpo alargado y delgado de color blanco, pálido hasta castaño oscuro; poseen dos pares de alas delgadas con cerdas en las venas y están rodeadas con largos cilios, su aparato bucal es muy característico, sólo la mandíbula derecha esta completamente desarrollada (Garcia et al. 2011; Johansen y Mojica 1997; Mound et al. 1993; Mound 2005).

Existen alrededor de 6,000 especies de trips en el mundo, de las cuales el 1% son identificadas como plagas de importancia agrícola, la mayoría perteneciente a la familia Thripidae (Ananthakrishnan 1979; Mound 2002; Mound y Marullo 1996; Mound 1997; Soto et al. 2009).

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). Los indirectos son ocasionados al transmitir virus, como el “Virus de la marchitez manchada del tomate” (TSWV) y “Virus impaciente de la mancha necrótica” (Shipp et al. 2000; Daugherty et al. 1997).

Mcpherson y Douce (1992) estimaron una reducción anual de más de \$20 millones de dólares en tomates, chiles, cebollas y sandías. Fournier et al. (1995) reportan pérdidas de 34-43% en cebolla ocasionadas por la especie *T. tabaci*; mientras que Shipp et al. (2000) indican que *F. occidentalis* ocasiona una reducción de 4.7% - 27% de frutos de pepino en condiciones de invernadero.

En México el estudio de trips relacionado con hortalizas ha sido escaso y se han limitado a su identificación. Johansen y Mojica (1993) reconocen como plagas de importancia económica a *T. tabaci* en cebolla; por su parte Cih Dzul et al. (2011) reportan a *F. occidentalis* en jitomate; González y García (2012) la mencionan afectando a pepino en condiciones de invernadero y por su parte Valenzuela et al. (2010) identificaron las especies *F. occidentalis*, *Franklinothrips vespiformes*, *Leptotrips mcconelli*, *Scolothrips sexmaculatus*, *F. orizabensis* y los géneros *Begmatrothrips* sp., *Microcephalothrips* sp y *Haplotrips* sp en calabaza (*Cucurbita moscata*) y describieron su fluctuación poblacional.

La correcta identificación de trips es la base fundamental de un manejo adecuado de agroecosistemas y con el fin de incrementar el conocimiento de estos insectos presentes en hortalizas y su comportamiento, se realizó el presente estudio para conocer las especies de trips (Thysanoptera) en seis especies hortícolas, su fluctuación poblacional y su interacción con las condiciones ambientales, en los estados de Puebla y Morelos.

1.2. MATERIALES Y MÉTODOS

1.2.1. Zonas de Estudio

Puebla. Se inspeccionaron cultivos en los municipios de Tilapa, Izucar de Matamoros, Chiahutla y Tepeojuma, que comprende parte del Valle de Izucar de Matamoros que se ubica al suroeste del estado, entre las coordenadas 18° 22' - 18° 42' latitud norte y 98° 19' - 99° 33' longitud oeste y presenta un gradiente altitudinal que va desde los 1,220 a los 1,500 metros sobre el nivel del mar con un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano (<http://www.e-local.gob.mx>).

Morelos. Para este estado, los cultivos se localizaron en la región norte en los municipios de Atlatlahucan y Tlayacapan, situados entre los paralelos 18° 95' latitud norte y 98° 98' longitud oeste y en la parte sureste en los municipios de Axochiapan y Tepalcingo, ubicados entre las coordenadas 18° 50' latitud norte y 98 73' longitud oeste; existe un gradiente de altitud desde los 1,053 hasta 1,640 metros sobre el nivel del mar y una variación de climas de templado frío hasta cálido seco con un invierno poco definido (<http://www.e-local.gob.mx>).

1.2.2. Muestreo

Los muestreos se llevaron a cabo de febrero de 2010 a febrero de 2011. Cubriendo los ciclos de producción de primavera-verano y otoño-invierno. Se recorrieron las zonas de estudio para localizar cultivos de jitomate, chile, tomate de cáscara, cebolla,

calabacita y pepino en sus primeros estados fenológicos y se muestrearon a intervalos de 15 días hasta la cosecha o su eliminación.

Cada cultivo estuvo representado por una superficie aproximada de una hectárea que se dividía en cuadrantes de 25 m² para formar los puntos de muestreo, de estos, se tomaban cinco al azar y en cada uno se examinaban cinco plantas también al azar; revisando un total de 25 plantas por sitio de muestreo.

El muestreo para cada cultivo fue específico, en cebolla se revisaron bases de las hojas y el cogollo; en jitomate, tomate de cáscara y chile, se colocó previamente una manta de color claro cuadriculado a 10 cm debajo de la planta, se sacudió la parte media y apical de ésta para capturar y contabilizar a los especímenes; en pepino, se tomaron dos flores o cápsulas florales y tres hojas por planta, en calabacita se tomaron dos flores femeninas y tres hojas jóvenes.

1.2.3. Fluctuación poblacional

Se contabilizó el número total de trips en sus estados de larva y adulto, el número total de muestreos por cultivo fue variable debido a que se trabajó con parcelas comerciales y algunas veces el agricultor cosechaba o eliminaba el cultivo antes de que llegara al estado de senescencia.

1.2.4. Variables ambientales

Las variables ambientales consideradas fueron la precipitación pluvial y la temperatura, los datos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas correspondientes a las

zonas de estudio. Éstas se correlacionaron con las densidades poblacionales obtenidas durante las fechas de muestreo.

Con la información de las condiciones de temperatura en cada sitio de muestreo, se calcularon las unidades calor (UC) con base en la metodología descrita por Allen (1976). Conociendo los requerimientos térmicos de las especies de trips identificadas en este estudio, se estimó el número de generaciones para determinar temporadas con condiciones más favorables de clima para su desarrollo. Los requerimientos térmicos para *F. occidentalis* son de 195 UC con temperatura umbral inferior de 9.5°C (Ramírez et al. 2009). Para *T. tabaci* los requerimientos térmicos son de 180 UC con temperatura umbral inferior de 11.5 °C (Ramírez et al. 2010).

1.2.5. Progreso de la infestación

Se estimó el progreso de la infestación por *T. tabaci* en el cultivo de cebolla mediante la tasa de infestación aparente; que fue estimada como b^{-1} y como parámetro de un modelo flexible tipo Weibull, Y (infestación) = $1 - e^{-\{(t/b)^c\}}$, donde e es el número base del logaritmo natural, t es la medida del tiempo en días, b es el recíproco de la tasa de incremento de la infestación, y c es un índice que determina la forma de la curva (Wagner et al. 1984; Pennypeker et al. 1980).

1.2.6. Determinación de especies

Se colectaron muestras de trips en frascos de vidrio con alcohol al 70 % debidamente etiquetados. Este material se trasladó al laboratorio de Entomología del Colegio de

Postgraduados donde se procesó, para su montaje se utilizó la técnica permanente con bálsamo de Canadá propuesta por Johansen y Mojica (1997).

Para la identificación de especies se utilizaron las claves de Stannard (1968), Mound y Marullo (1996) y Soto y Retana (2003); para su confirmación se enviaron al Instituto de Biología de la UNAM con el especialista del Orden Thysanoptera Dr. Roberto M. Johansen Naime.

1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3.1. Muestreos para fluctuación poblacional y determinación de especies

Para el análisis de la fluctuación poblacional en total se realizaron 24 recorridos en las zonas de estudio. Se muestrearon 28 sitios, cada uno con diferente número de muestreos: 2 sitios en jitomate y 10 muestreos, 3 sitios en chile y 17 muestreos, 4 sitios en tomate de cáscara y 15 muestreos, 3 sitios en calabacita y 13 muestreos, 8 sitios en cebolla y 49 muestreos, en pepino 8 sitios y 33 muestreos; haciendo un total de 137 muestreos (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Cultivos, lugares, fechas y número de muestreos de trips en los estados de Puebla y Morelos, 2013.

CULTIVO	LUGAR	FECHA	MUESTREOS
JITOMATE	Tlayacapan, Mor.	Abril 10 al 06 de Junio /2010	5
	Atlatlahucan, Mor.	Agosto 01 al 09 de Octubre/2010	5
CHILE	Izucar de Matamoros, Pue.	Mayo 08 al 01 de Agosto /2010	7
	Tlayacapan, Mor.	Mayo 22 - al 01 de Agosto/2010	6
	Tepeohuma, Pue.	Julio 02 al 21 de Agosto /2010	4
	Tlayacapan, Mor.	Junio 19 al 19 de Julio/2010	3
TOMATE DE CASCARA	Tepeohuma, Pue.	Octubre 23 al 18 de Diciembre /2010	4
	Tlayacapan, Mor.	Diciembre 18 /2010 a Febrero 11 / 2011	4
	Tlayacapan, Mor.	Diciembre 18 /2010 a Febrero 11 / 2011	4
CALABACITA	Tlayacapan, Mor.	Septiembre 11 al 06 de Noviembre /2010	5
	Tepalcingo, Mor	Octubre 09 al 27 de Noviembre /2010	4
	Tlayacapan, Mor.	Diciembre 18 /2010 a Febrero 11 / 2011	4
PEPINO	Tepeohuma, Pue.	Marzo 27 al 08 de Mayo / 2010	3
	Tlayacapan, Mor.	Abril 10 al 22 de Mayo /2010	4
	Tepeohuma, Pue.	abril 24 al 22 de Mayo / 2010	3
	Tlayacapan, Mor.	Mayo 22 al 19 de Julio/2010	5
	Tepeohuma, Pue.	Julio 19 al 24 de Septiembre/2010	5
	Atlatlahucan, Mor.	Agosto 01 al 09 de Octubre /2010	5
	Tlayacapan, Mor.	Septiembre 24 al 27 de Noviembre/2010	5
	Tepalcingo, Mor.	Octubre 23 al 27 de Noviembre/2010	3
CEBOLLA	Axochiapan, Mor.	Mayo 08 - Agosto 01 / 2010	6
	Tilapa, Pue.	Mayo 08 - Agosto 01 / 2010	7
	Tepeohuma, Pue.	Agosto 21 al 09 de Octubre/2010	4
	Tepeohuma, Pue.	Octubre 09/2010 al 08 de Enero/2011	6
	Tepalcingo, Mor	Octubre 09/2010 a Enero 08/2011	6
	Tepalcingo, Mor	Octubre 09/2010 a Enero 08/2011	6
	Axochiapan, Mor.	Octubre 23/2010 a Febrero 11 /2011	7
Axochiapan, Mor.	Octubre 23/2010 a Febrero 11 /2011	7	

Para la determinación de especies se obtuvieron 160 muestras, 12 en jitomate, 30 en calabacita, en cebolla 45, en chile 19, 38 en pepino y 16 en tomate de cáscara. Cabe destacar que los muestreos siempre estuvieron dirigidos a los cultivos y no se consideró el muestreo sobre malezas.

1.3.2. Determinación y frecuencia de especies

Se determinaron tres especies de trips, todas pertenecientes a la familia Thripidae; dos al género *Frankliniella*; *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *Frankliniella fortissima* (Priesener) y una al género *Thrips*, *Thrips tabaci* (Lindeman).

La especie que se encontró con mayor frecuencia en los cultivos fue *F. occidentalis*; que estuvo presente en las seis hortalizas, esto demuestra su comportamiento cosmopolita y polifagia que coincide con lo que reporta Stuart (2009). *T. tabaci* estuvo presente en cebolla donde fue la especie más abundante, también en chile, tomate de cáscara y pepino pero en muy baja densidad, lo que demuestra su especificidad y preferencia por cultivos de liliáceas, coincidiendo con lo reportado por Torres-Vila et al. (1994) quienes en cultivos de liliáceas la encontraron como especie dominante con más de 95% de frecuencia. La especie *F. fortissima* se encontró en calabacita y pepino en muy bajas densidades.

En relación a la frecuencia que se encontraron las especies de trips en todos los muestreos, se obtuvo que *F. occidentalis* estuvo presente en un 69%, *T. tabaci* 28% y *F. fortissima* 3%.

1.3.3. Especies de trips por cultivo

Con respecto a las especies de trips por cultivo, se observó que en jitomate sólo *F. occidentalis* estuvo presente en todas las 12 muestras; en chile se identificó en las 19 muestras, excepto en una en donde se encontró la combinación *F. occidentalis* + *T. tabaci*, esta última en muy baja densidad; en las 38 muestras de pepino se observó a

F. occidentalis, pero en una de ellas se presentó *F. occidentalis* + *T. tabaci* y en otra *F. occidentalis* + *F. fortissima* + *T. tabaci*, estas dos últimas con muy baja densidad de población. En el caso del tomate de cáscara, *F. occidentalis* se identificó en las 16 muestras, aunque en una de ellas se encontró junto con *T. tabaci*; en lo que respecta al cultivo de cebolla *T. tabaci* estuvo presente en las 45 muestras y en cuatro de estas se encontró junto con *F. occidentalis* esta última con escasa densidad de población. Finalmente en calabacita, *F. occidentalis* se encontró en 26 de las 30 muestras, en las cuatro restantes se registro a *F. fortissima*, es importante indicar que ambas especies nunca coincidieron en una misma muestra. Lo anterior muestra a *F. occidentalis* como la especie dominante en jitomate, tomate de cáscara, chile, pepino y calabacita; en tanto que *T. tabaci* es la especie dominante en cebolla, aunque puede estar presente en muy baja población en chile, tomate de cáscara y pepino; en cuanto a *F. fortissima*, ésta se asocia con calabacita y pepino, lo que puede suponerse que prefiere alimentarse de cucurbitáceas (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Frecuencia de especies de trips identificadas en las muestras de seis hortalizas en Puebla y Morelos. 2013.

Especie	Jitomate	Chile	Tomate de cáscara	Pepino	Calabacita	Cebolla
<i>F. occidentalis</i>	12	18	15	36	26	
<i>F. fortissima</i>					4	
<i>T. tabaci</i>						42
<i>F. occidentalis</i> + <i>T. tabaci</i>		1	1	1		4
<i>F. occidentalis</i> + <i>T. tabaci</i> + <i>F. fortissima</i>				1		
Total Muestras	12	19	16	38	30	46

1.3.4. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* en pepino

F. occidentalis estuvo presente durante todo el período de estudio en el cultivo de pepino. Su comportamiento poblacional fue variable en los distintos sitios de muestreo, con baja densidad poblacional durante las primeras tres semanas y registrándose un incremento poblacional a partir de la emisión de botones florales, de modo que la población presentó su máxima densidad a partir de los 50 días después del trasplante (Figura 1.1).

En la Figura 1.1a se puede observar que en el cultivo de pepino el incremento poblacional de *F. occidentalis* inicia cuando éste se encuentra en floración; a partir del 1 de julio de 2010 se registró una presencia de lluvias importantes (25-30 mm) en un periodo de 15 días que intervinieron en la disminución de la población y es cuando comenzó a decrecer su número hacia el término de la fructificación del cultivo. El pico máximo poblacional se observó en plena fructificación. De acuerdo con Ramírez et al. (2009) durante el periodo de muestreo, se completaron tres generaciones el día 11 de julio de 2010. A partir de la segunda generación se observó un aumento en la densidad poblacional.

Para la Figura 1.1b, el máximo poblacional se registró en la etapa de floración-fructificación y se tuvieron condiciones de temperatura propicias para la formación de dos generaciones; la ocurrencia de una fuerte lluvia (85 mm) afectó de forma importante la población ocasionando su decremento, lo cual coincide con el término de la fructificación.

En la Figura 1.1c la máxima densidad poblacional también se observa en plena floración, completando los requerimientos de UC para dos generaciones hasta el día

15 de noviembre de 2010. La población disminuye conforme avanza el estado de fructificación del cultivo y llega a la etapa de senescencia.

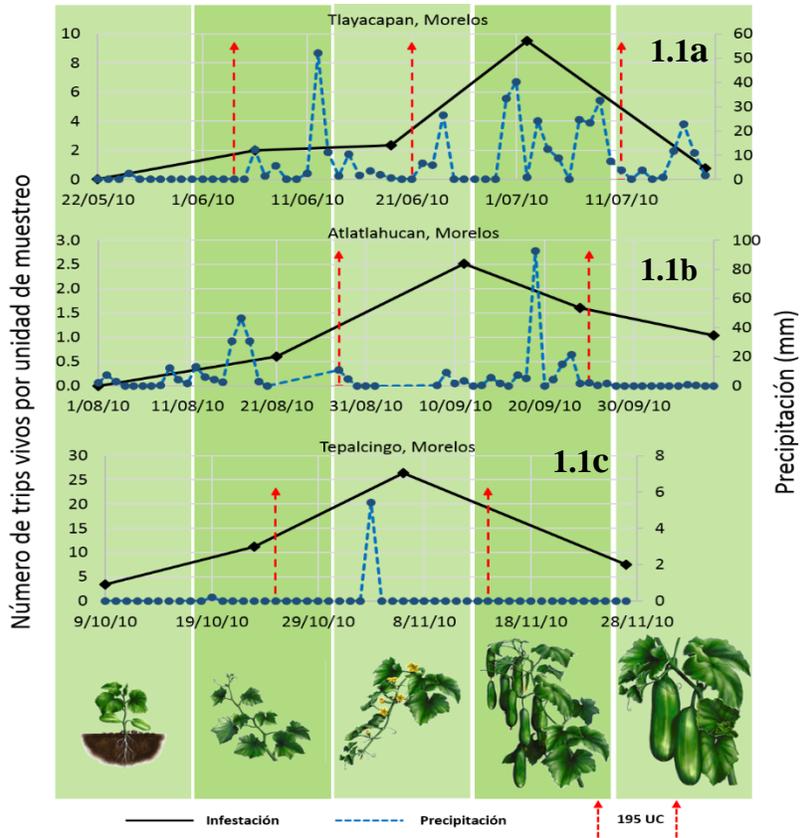


Figura 1.1. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Atlatlahucan y Tepalcingo, Morelos, México. 2013.

En los cultivos de la Figura 1.2 se muestra un patrón distinto en cuanto a la fluctuación poblacional; sin embargo, también el incremento de la infestación se origina a partir del inicio de la floración. Estos dos se desarrollaron en el estado de Morelos y, aunque se establecieron en distintas épocas, tuvieron en común un manejo carente de atención de parte de los productores por lo que únicamente se realizó un corte e inmediatamente se destruyó el cultivo por problemas de virosis. La Figura 1.2a permite observar que

las condiciones de temperatura probablemente fueron más favorables para la plaga en los meses de abril y mayo, por lo que se pudieron completar dos generaciones en un periodo de 35 días. Por su parte, la Figura 1.2b muestra que para completar dos generaciones se necesitaron aproximadamente 60 días, debido a que en octubre y noviembre se registraron menores temperaturas.

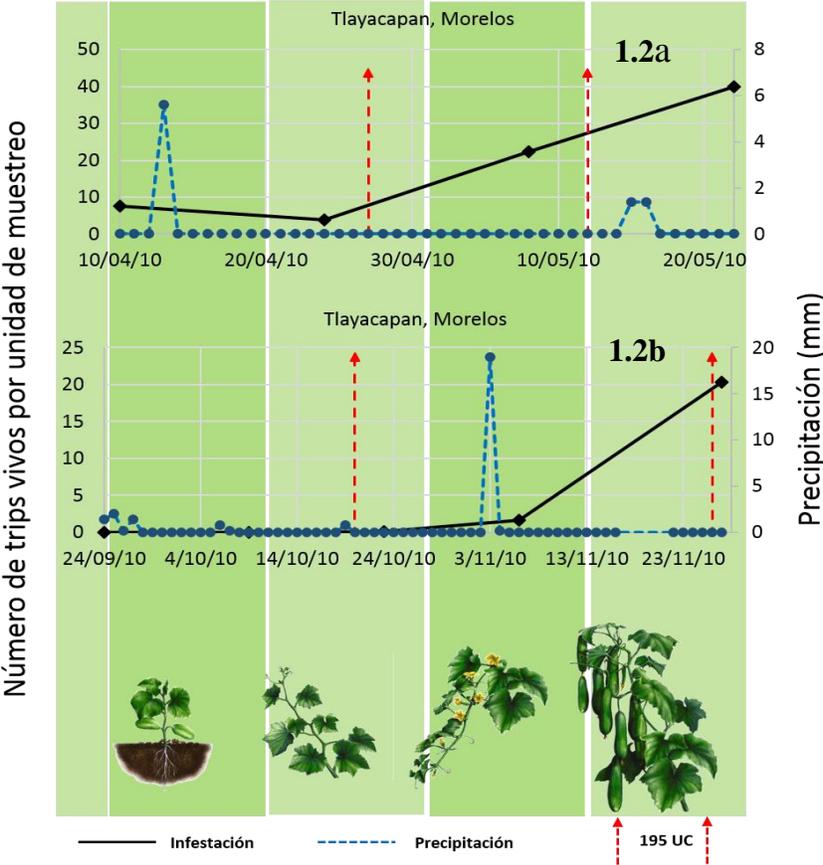


Figura 1.2. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Tlayacapan, Morelos, México. 2013.

En Puebla se encontraron dos tipos distintos de manejo de pepino, en la Figura 1.3a se muestra la fluctuación poblacional en un cultivo de crecimiento rastrero.

Las condiciones de temperatura y la estructura de la planta ofrecieron condiciones que permitieron un incremento sostenido de la población al grado de registrarse cuatro generaciones en el periodo de estudio.

La Figura 1.3c, muestra un cultivo con un buen manejo, con tutores y acolchado plástico. Aunque las condiciones de temperatura fueron propicias para el desarrollo de tres generaciones, la población siempre fue baja. En general, en todas las evaluaciones se registró una población menor a un individuo por unidad de muestreo.

Para el cultivo de la Figura 1.3b, los muestreos se iniciaron en la etapa fenológica de floración; por esta razón, la población inicial fue alta de 35 individuos por unidad de muestreo. En este caso se observa que una lluvia fuerte de al menos 20 mm, registrada el 10 de mayo pudo originar el descenso en la población, adicionalmente el cultivo entró en senescencia prácticamente un mes después de que iniciaron los muestreos (Figura 1.3).

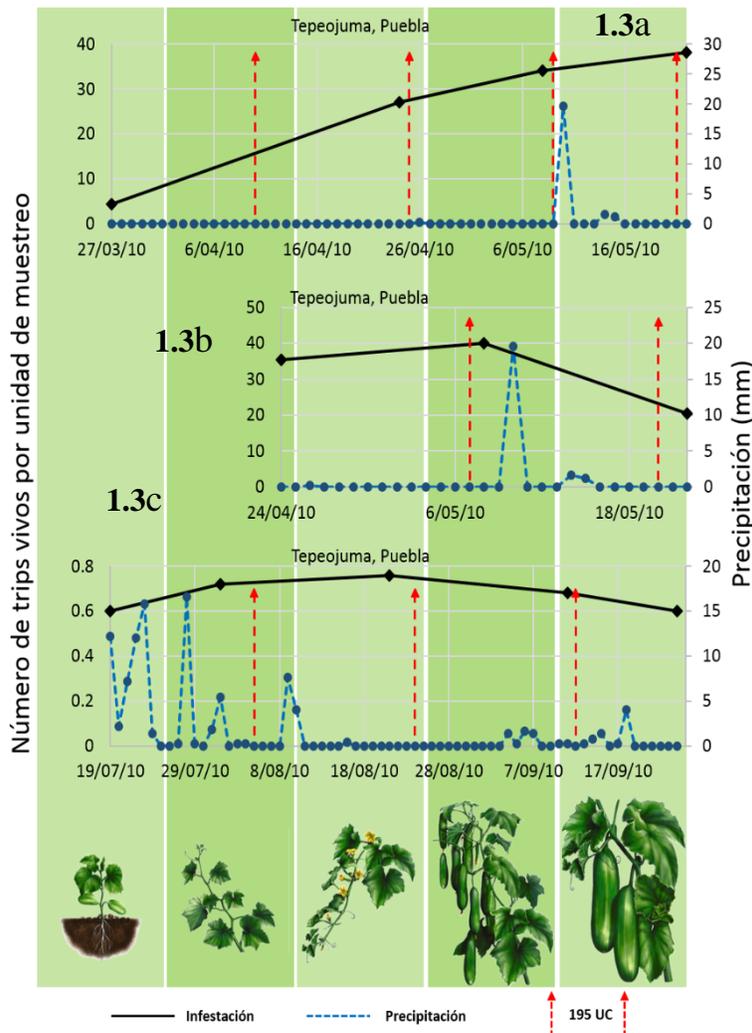


Figura 1.3. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de pepino en Tepeohuma, Puebla, México. 2013.

1.3.5. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* en calabacita

Durante el estudio se observó que la calabacita inicia su desarrollo sin la presencia de trips (Figura 1.4) y la densidad poblacional de éstos se incrementa con la formación de flores. En las Figuras 1.4a y 1.4c, se observa que la lluvia intensa (> 40 mm) que se registró mantuvo baja la densidad poblacional, de no mas de 1.5 individuos por unidad

de muestreo y permaneció en estos niveles hasta el fin del cultivo; adicionalmente se observó que las condiciones de temperatura no favorecieron el desarrollo óptimo de la plaga, por lo que se requirió de al menos 30 días para completar los requerimientos de UC para que una generación de trips ocurriese. En el caso de la Figura 1.4b, cultivo establecido en Tepalcingo, Morelos, la población fue más alta y las condiciones de temperatura favorecieron el desarrollo de tres ciclos biológicos de la plaga. Además se registraron sólo lluvias leves que no afectaron el incremento de la población.

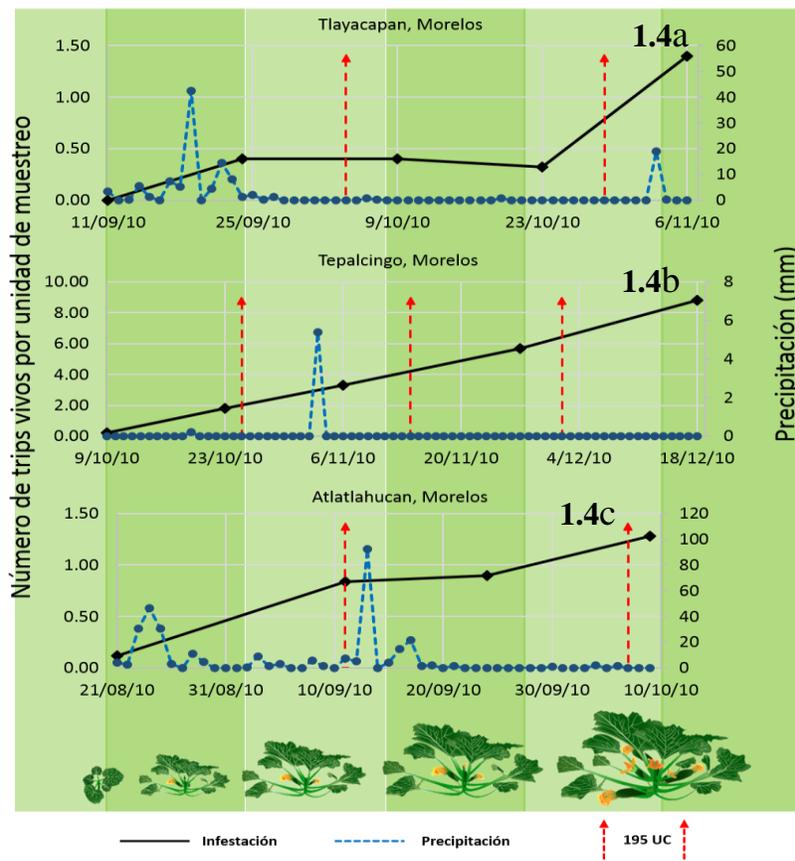


Figura 1.4. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de calabacita en Tlayacapan, Tepalcingo y Atlatlahucan, Morelos, México. 2013.

1.3.6. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* en Chile

En este cultivo se observó que el máximo poblacional (Figura 1.5) coincidió con la etapa de floración e inicio de la fructificación; adicionalmente, se notó una tendencia a la baja conforme se aproximó a la etapa de senescencia del cultivo. En las Figuras 1.5a y 1.5b, es visible el efecto que tuvieron las lluvias de alrededor de 30 mm en días previos al descenso poblacional y hacia el final de los muestreos se registraron lluvias frecuentes que mantuvieron en niveles bajos de población, menos de dos individuos por unidad de muestreo.

Con base en la Figura 1.5a se puede afirmar que debido a las condiciones de temperatura registradas se propició el desarrollo de seis generaciones de trips. En el caso de la Figura 1.5c se observó una disminución drástica de la población debido a que el cultivo llegó a la senescencia de manera muy rápida; esto a pesar de que las condiciones de temperatura fueron óptimas para concretar la formación de dos generaciones al término de 35 días. Las lluvias frecuentes propiciaron que la población se mantuviera en niveles bajos.

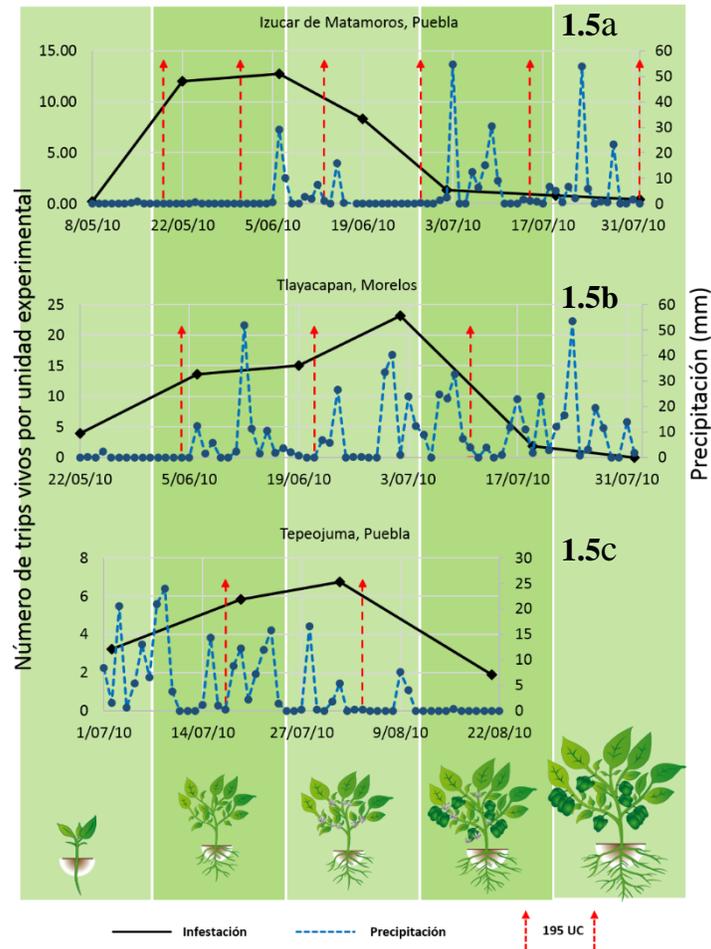


Figura 1.5. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de chile en Izucar de Matamoros y Tepeojuma, Puebla y Tlayacapan, Morelos, México. 2013.

1.3.7. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* en jitomate

La relación entre un cultivo comercial de jitomate y trips se puede observar en la (Figura 1.6). El descenso de la población (Figura 1.6a) no se puede atribuir a condiciones climáticas, debido a que las lluvias que se presentaron no fueron de tal magnitud que pudieran afectar a la población. Se asume que la repentina disminución en la población de estos insectos es atribuida a un control químico; lo anterior, debido al valor comercial

del cultivo en el cual se llevan a cabo al menos seis aplicaciones de insecticidas en la zona de estudio. En el cultivo de la Figura 1.6b se puede observar que en los primeros estados fenológicos se presentaron lluvias las cuales mantuvieron bajos los niveles de población, pero una vez que pasó su efecto se incrementó a sus niveles máximos (18 individuos por planta) coincidiendo con las etapas de floración y fructificación. El día 19 de septiembre se registró una lluvia intensa de 60 mm que tuvo un efecto en la reducción de la población, lo anterior coincidió con el término de la floración y la etapa de cosecha del cultivo.

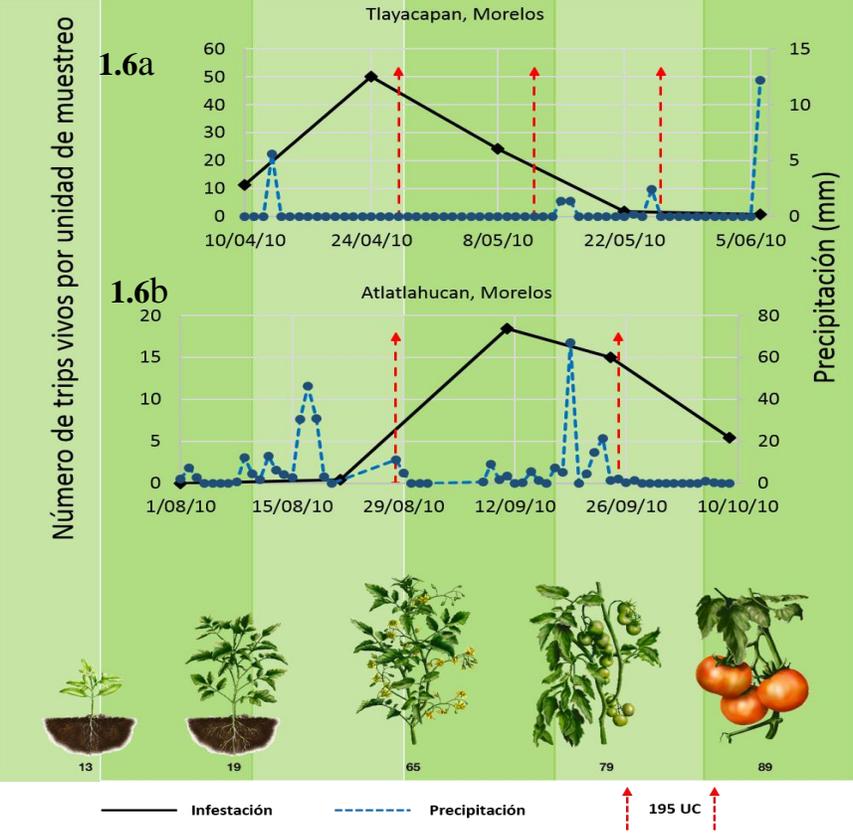


Figura 1.6. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de jitomate en Tlayacapan y Atlatlahucan, Morelos, México. 2013.

1.3.8. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* en tomate de cáscara

En este cultivo no se apreció un efecto claro de las lluvias sobre la población (Figura 1.7a) lo anterior puede deberse a que éste se encontraba invadido de maleza, lo cual pudo ofrecer más sitios de refugio a la plaga. Como se ha observado, la mayor densidad de población se registró en la etapa de floración y comenzó a disminuir hacia el avance de la fructificación, esto también se observó en la Figura 1.7d.

En los cultivos que muestran las Figuras 1.7b y 1.7c, indican, por la época en que se realizaron los muestreos, que las condiciones de temperatura no fueron propicias para el desarrollo de la plaga, por lo que no se completaron los requerimientos de UC en el periodo de muestreo hasta los 35 días. Cabe señalar que los primeros estados fenológicos de la planta, hasta 25 días después del trasplante, el cultivo estuvo protegido con una cubierta de tela tipo agribon que retrasó el arribo de trips. El repentino incremento en la densidad poblacional pudo deberse a que el cultivo se quedó sin protección. Por lo que se dedujo que la población fue incrementándose por invasión de trips provenientes de cultivos vecinos, como chile y calabacita; sin embargo, se observó que el mayor número de individuos se encontraba en tomate de cascara, lo que puede suponer que específicamente *F. occidentalis* tiene mayor preferencia a este cultivo que a chile y calabacita (Figura 1.7).

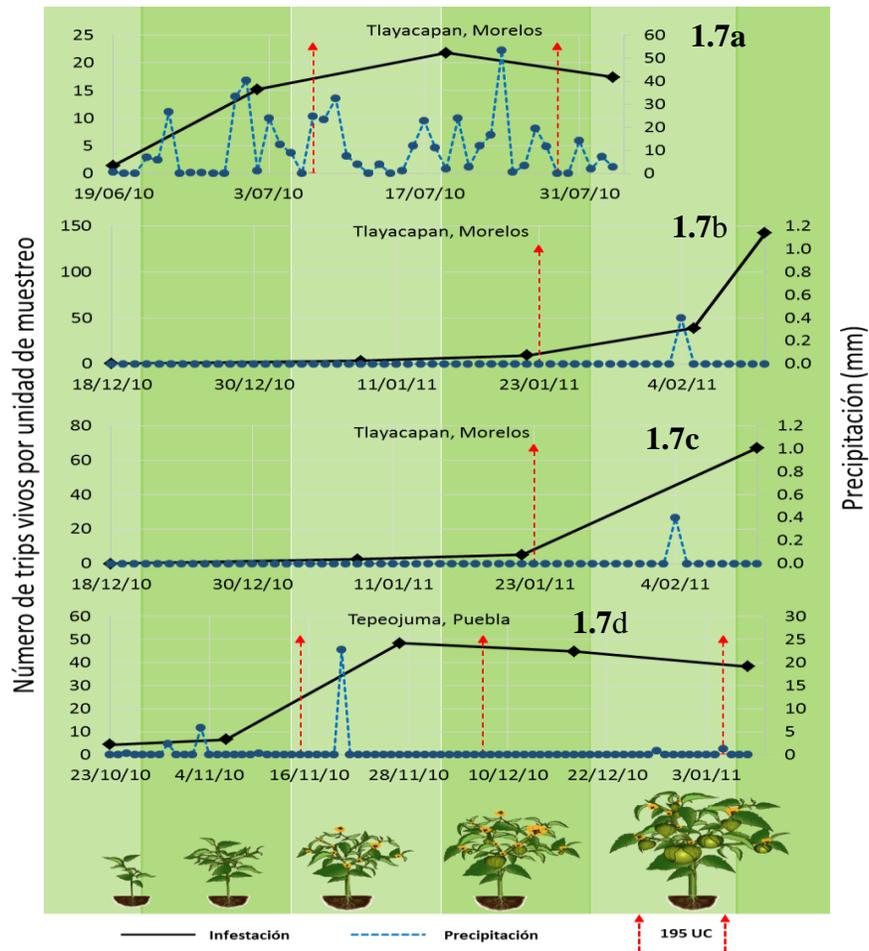


Figura 1.7. Fluctuación poblacional de *F. occidentalis* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de tomate de cáscara en Tlayacapan, Morelos y Tepeojuma, Puebla, México. 2013.

1.3.9. Fluctuación poblacional de *T. tabaci* en cebolla

T. tabaci es una de las plagas más dañina y frecuente del cultivo de cebolla. Los adultos y ninfas se introducen en la inserción de las hojas y extraen la savia de las plantas, originan la destrucción del tejido y manchas plateadas en la superficie de las

hojas. De acuerdo con Ramírez et al. (2010), cuando las poblaciones son numerosas pueden ocasionar marchitez y senescencia prematura; además las plantas con estrés hídrico son más susceptibles al ataque de este insecto.

En general, la arquitectura estrecha de las plantas de cebolla y la serosidad de las hojas reducen el efecto de las lluvias sobre la población de trips, los cuales encuentran un refugio que les provee mejores condiciones de sobrevivencia. En la Figura 1.8a se observó el incremento poblacional desde los 40 días después del trasplante, a pesar de que se registraron lluvias frecuentes, algunas de más de 30 mm. Adicionalmente, es importante notar que durante los primeros días después del trasplante hubo condiciones de temperatura favorables para el desarrollo de al menos 2 generaciones. Las Figuras 1.8b y 1.8c muestran un comportamiento similar, con un incremento constante desde los 25 días después del trasplante; para ambos casos se tuvieron condiciones de temperaturas adecuadas para el desarrollo de al menos 4 generaciones, por lo que su nivel poblacional estuvo determinado, en mayor medida, por la etapa fenológica de las plantas (Figura 1.8).

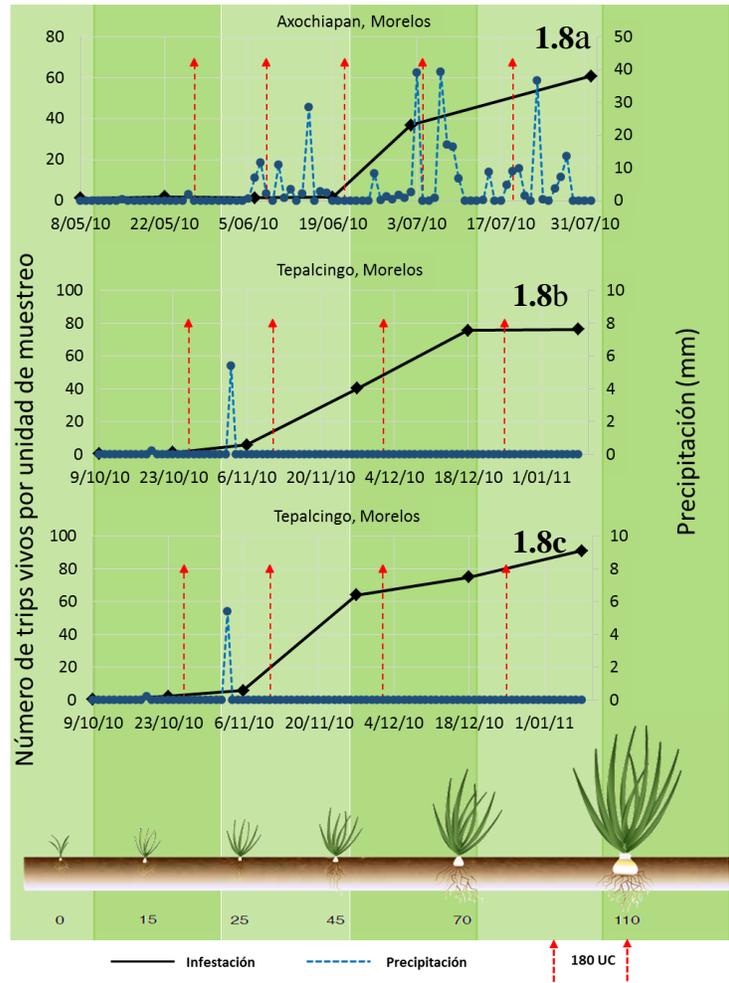


Figura 1.8. Fluctuación poblacional de *Thrips tabaci* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de cebolla en Axochiapan y Tepalcingo, Morelos, México. 2013.

En cultivos de cebolla en Axochiapan, Morelos se muestra el desarrollo de dos poblaciones de trips (Figura 1.9) donde se observó una densidad inicial de alrededor de 5 trips por planta, a 25 días después del trasplante. Para la mitad del ciclo, aproximadamente 60 días después del trasplante, se registró un promedio cercano a 20 trips por planta, después se notó un incremento hasta alcanzar 55 trips por planta a los 90 días. Desde este periodo se confirma una tendencia a la baja en la población,

como consecuencia de que el cultivo comenzó a entrar en periodo de senescencia. Durante el tiempo de evaluación, las condiciones de temperatura fueron propicias para el desarrollo de al menos cuatro generaciones; sin embargo, el nivel de infestación de la plaga tiene una relación más visible cuando se compara con la fenología del cultivo.

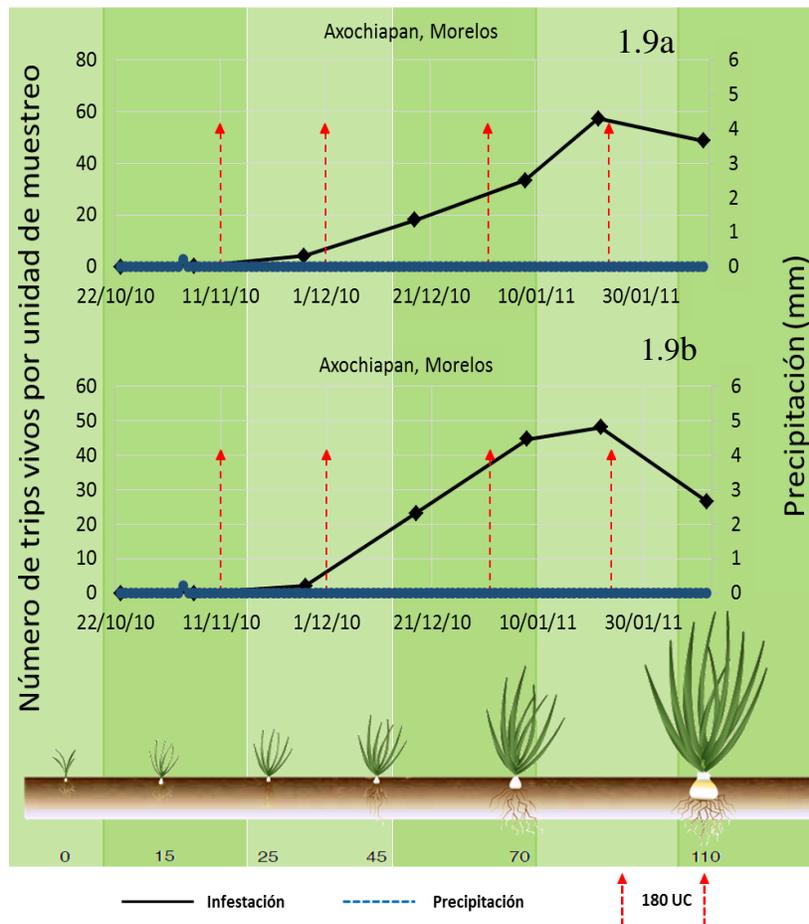


Figura 1.9. Fluctuación poblacional de *Thrips tabaci* (Thysanoptera) asociados con el cultivo de cebolla en Axochiapan, Morelos, México. 2013.

Para los cultivos de cebolla examinados en Puebla se registró la incidencia de lluvias frecuentes (Figura 1.10a) que posiblemente retrasaron el establecimiento de la plaga hasta 55 días después del trasplante; en este sitio específicamente se tuvieron condiciones de temperatura ideales para el desarrollo de seis generaciones durante el

ciclo de cultivo. En este caso se confirmó un patrón, como el observado en otros cultivos de cebolla, indicando que la infestación estuvo relacionada con la etapa del cultivo. En las Figuras 1.10b y 1.10c puede observarse la ocurrencia de lluvias aisladas pero de magnitud considerable (mayor a 20 mm); que no afectaron el desarrollo de la población, en estos casos, a partir de los 45 días se registraron incrementos constantes en la densidad poblacional con niveles máximos después de los 70 días del trasplante (Figura 1.10).

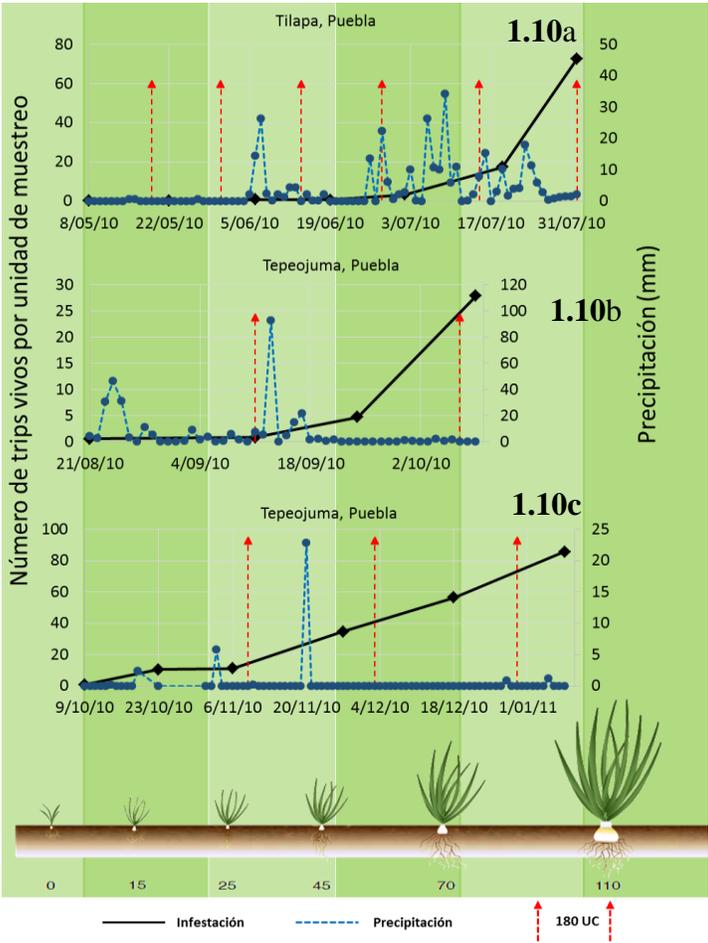


Figura 1.10. Fluctuación poblacional de *Thrips tabaci* (Thysanoptera) asociado con el cultivo de cebolla en Tilapa y Tepeojuma, Puebla, México. 2013.

1.3.10. Modelo de la infestación de *T. tabaci* en cebolla

El estudio prevé suficientes elementos de peso estadístico para afirmar que el progreso de la infestación por *T. tabaci* en el cultivo de cebolla tuvo un patrón consistente que puede explicarse con un modelo flexible de tipo Weibull; el parámetro más significativo es tasa de infestación aparente (b^{-1}), además de la variable tiempo (t). El valor k es un parámetro de escala por lo que su importancia radica en la representación del modelo de forma gráfica. La gran mayoría de modelos ajustados describen al menos el 95% del progreso de la población ($R^2 > 0.95$); únicamente la parcela Axochiapan 3 registró un ajuste de 80.44% debido, principalmente, a picos poblacionales registrados al final del estudio (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.3. Modelo de la infestación en cebolla por *Thrips tabaci* en ocho sitios de estudio en la región central de México. Coeficiente de determinación (R^2), Cuadrado Medio del Error y Tasa de infestación aparente (b^{-1}), estimados con un modelo Weibull. Puebla y Morelos, México. 2013.

Modelo Weibull				
Sitio de Muestreo	k	R^2	Cuadrado medio del error	b^{-1}
Mor. Axochiapan 1	61	0.9980	0.0004	0.0160
Mor. Tepalcingo 1	77	0.9998	0.00005	0.0168
Mor. Tepalcingo 2	91	0.9700	0.0078	0.0184
Mor. Axochiapan 2	58	0.9558	0.0088	0.0121
Mor. Axochiapan 3	49	0.8044	0.0420	0.0144
Pue. Tilapa 1	72	0.9974	0.0004	0.0118
Pue. Tepeojuma 1	28	0.9986	0.0004	0.0207
Pue. Tepeojuma 2	86	0.9745	0.0046	0.0106

Mor = Morelos Pue= Puebla

1.4. CONCLUSIONES

Las especies de trips predominantes en hortalizas en la Región Central de México son:

Frankliniella occidentalis, *Thrips tabaci* y *Frankliniella fortissima*.

La especies *F. occidentalis* y *T. tabaci* pueden encontrarse en el mismo cultivo, con predominancia de *F. occidentalis* en jitomate, chile, tomate de cascara, calabacita y pepino; mientras que *T. tabaci* es la especie predominante en cebolla y *F. fortissima*, se observó en calabacita y pepino en densidad poblacional de 1 individuo por planta.

Las primeras invasiones de trips inician entre los 15-21 días después del trasplante y aumentó con el desarrollo del cultivo hasta alcanzar los máximos poblacionales en el estado de floración. En el caso de cebolla éstos se alcanzaron de los 50 a 60 días después de trasplante.

Las lluvias superiores a 20 mm son las que pueden afectar el desarrollo normal de la población o de menor intensidad pero muy frecuentes.

El mayor número de generaciones poblacionales se dan en los meses de mayo a julio; *F. occidentalis* en chile y *T. tabaci* en cebolla pueden alcanzar hasta seis por ciclo de cultivo.

El período crítico de protección en los cultivos revisados en el estudio fue cuando se aproximaron a floración, por lo que se sugiere intensificar los muestreos y hacerse a menores intervalos de tiempo.

El progreso de la infestación de *T. tabaci* en cebolla puede describirse de acuerdo al modelo flexible de tipo Weibull.

1.5. LITERATURA CITADA

Allen, J. C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. *Environmental Entomology* 5(3): 388-396.

Ananthakrishnan, T. N. 1979. Biosystematics of Thysanoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 24:159-83.

Cih Dzul, V. J., C. M. Tornero, and R. R. Schwentesius. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14 (2) 501-512.

Daughtery, M. L., R. K. Joves, and J. W. Moyer 1997. Tospoviruses strike the greenhouses industry. INSV has become a major pathogen on flower crops. *Plant disease* 81: 1220- 1230.

Delgadillo, F. 2000. Criterios para el control de virus en hortalizas. *In* Temas selectos de Fitosanidad y producción de hortalizas. Bautista N., y O. Morales (eds) Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, México. Pp 134-140

Fournier, F., G. Boivin and R. K. Stewart. 1995. Effect of *Trhrips tabaci* (Thysanoptera: Trhipidae) on yellow onion yields and thresholds for its management. *Journal of Economic Entomology* 88: 1401-1407.

García, M. O., R. Johansen, J. L. Villareal, R. Carbajal, A. Robles, y A. Retana. 2011. Contribución al Conocimiento de los Thysanoptera de Coahuila, México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 6: 15-26.

Gobierno del estado. www.e-local.gob.mx. (Consulta: 17/marzo/2013)

Gonzalez, M. M. y G. C. García. 2012. Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el Norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*. 8 (3b) 31-45.

Johansen, R. M. y A. G. Mojica. 1993. Orden Thysanoptera. In: Taller taxonómico de ácaros y estados inmaduros de lepidópteros. DGSV- Centro nacional de referencia de diagnóstico fitosanitario, D.F., México. 48p.

Johansen, R. M. y A. G. Mojica 1997. Importancia agrícola de los thrips, pp. 11-18. *In*: Manual sobre entomología y acarología aplicada del 22 al 24 de mayo. UPAEP. Puebla, Pue. SME - UPAEP.

Lewis, T., L. A. Mound, S. Nakahara and C. C. Childers. 1997. Major crops infested by thrips with main symptoms and predominant injurious species. *In*: Lewis, T. (ed). *Thrips as Crop Pests*. CAB International; Wallingford, United Kingdom. pp. 675-710.

Mcperson, R. M. and G. K. Douce. 1992. Summary of losses from insect damage and costs of control in Georgia. The Georgia Agricultural Experiment Station, College of Agriculture and Environmental Science, University of Georgia (81) 65.

Mound, L. A., A. Retana and H. G. Du. 1993. Claves ilustradas para las familias y los géneros de Terebrantia (Insecta: Thysanoptera) de Costa Rica y Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 41: 709-727.

Mound, L. A. and R. Marullo. 1996. The thrips of central and south America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). *Memoirs on Entomology*. 487p.

Mound, L. A. 1997. Biological diversity. *In* Thrips as crop pest. Lewis, T. (Ed) CAB international, Wallingford, United Kingdom. pp 197 -215.

Mound, L. A. 2002. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. *Rev. Biol. Trop.* 50(2): 477-484.

Mound, L. A. 2005. Thysanoptera: Diversity and interactions. *Annu. Rev. Entomol.* 50: 247-269.

Pennypeker, S. P., H. D. Knoble., C.D. Antle, and L. V. Madden. 1980. A flexible model for studying plant disease progression. *Phytopathology* 70: 232-235.

Ramírez, R. S., C. F. Osuna, A. J. Vázquez, M. Bustamante, K. J. Canul, y O. T. Ocampo. 2009. Plagas y enfermedades del jitomate cultivado en invernaderos y bioespacios en el estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec. Folleto Técnico No. 37. Pp 14.

Ramírez, R. S., C. F. Osuna, J. Güemes, J. C. Bartolo, O. T. Ocampo, y S. A. Ayala. 2010. Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec. Folleto Técnico No. 47. Pp 10.

Stannard, L. J. 1968. The thrips or Thysanoptera of Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin. 29 (4): 241-381.

Shipp, J. L., K. Wang, and M. R. Bins. 2000. Economic injury levels of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. J. Economic Entomol. 93: 1732- 1740.

SIAP-SAGARPA. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.com.mx> Consulta 18 de julio 2013.

Soto, R. G. y A. Retana. 2003. Clave ilustrada para los géneros de Thysanoptera y especies de *Frankliniella* presentes en cuatro zonas hortícolas en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 27(2): 56-68.

Soto, R.G., A. Retana, y U. C. Sanabria. 2009. Fluctuación poblacional y ecología de las especies de Thysanoptera asociadas a hortalizas en Alajuela, Costa Rica. Métodos en ecología sistemática 4(1): 10-28.

Stuart, R. 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) the making of a pest. Florida Entomologist 92 (1).

Torres-Vila, L. M., A. Lacasa, P. Bielza, y R. Meco. 1994. Dinámica poblacional de *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) sobre liliáceas hortícolas en Castilla- La Mancha. Bol. San. Veg. Plagas 20(2): 661-677.

Valenzuela, G.R., O. J. Cambero, C. R. Carvajal, A. Robles, y A. Retana. 2010. Fluctuación poblacional y especies de thrips (Thysanoptera) asociados a calabaza en Nayarit, México. *Agronomía Mesoamericana* 21 (2): 333-336.

Wagner T. L., H. I. WU, P. J. Sharpe and R. N. Coulson. 1984. Modeling distributions of Insect development time: A literature review and application of the Weibull function. *Annals of the Entomological Society of America* 77 (5): 475-487.

CAPITULO II ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Frankliniella occidentalis* (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) ASOCIADA CON HORTALIZAS EN MÉXICO

RESUMEN

El trips oriental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) es una plaga invasiva que ha cobrado relevancia en la agricultura en México, su importancia radica en los daños que ocasionan las larvas y adultos al alimentarse de las plantas, disminuyendo así la cantidad y calidad de las cosechas; adicionalmente es un importante transmisor de virus fitopatógenos. En este estudio se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre sus hospederos en México y su distribución nacional, así como un análisis para determinar la variabilidad genética dentro y entre poblaciones; para lo cual se utilizó la región ITS2 del ADN ribosomal de 41 individuos de 12 subpoblaciones, mismos que se colectaron en diferentes zonas productoras de hortalizas de México. La revisión de literatura indicó que *F. occidentalis* en México está asociada a 19 cultivos, incluyendo cereales, hortalizas, ornamentales, frutales tropicales y frutales de clima templado; sin embargo, se incluyen nuevos cultivos como hospederos de este trips. Con respecto a su distribución, actualmente se le ha registrado en nueve estados del país, pero se indican nuevas áreas, ampliando así su presencia en México. Con el análisis de la región ITS2 del ADN ribosomal, se identificó un alto nivel de polimorfismo dentro y entre poblaciones de *F. occidentalis*; la reconstrucción de la filogenia y de la historia evolutiva señala una estructura poblacional asociada con la región geográfica y los hospederos de donde fueron colectados. **Palabras clave: *Frankliniella*, ITS2, hortalizas, haplotipos**

**CHAPTER II. POPULATION STRUCTURE OF *Frankliniella occidentalis*
(THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) ASSOCIATED WITH VEGETABLE CROPS IN
MEXICO**

ABSTRACT

The oriental flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), is an invasive pest that has become relevant in the agriculture of Mexico. Its importance is due to the damages caused by its larvae and adults when feeding upon plants, thus decreasing the quantity and quality of the harvest, additionally it is an important transmitter of phytopathogenic viruses. In this study, a bibliographical revision about its hosts in Mexico and national spreading was done, as well as an analysis to determine the genetic variability within and among populations. To do this, the ITS2 region of ribosomal DNA from 41 individuals from 12 subpopulations was used. These were collected from different vegetable crop growing zones in Mexico. The literature revision indicated that *F. occidentalis* was associated with 19 crops, including cereals, ornamental vegetable crops, tropical fruits, and temperate fruits; however, new crops are included as hosts for this thrips. With regard to distribution, it has currently been registered in nine states of the country, but new areas are indicated, thus widening its presence in Mexico. With the analysis of the ITS2 region of the ribosomal DNA, a high degree of polymorphism was identified within and among populations of *F. occidentalis*. The reconstruction of the phylogeny and the evolution history points to a population structure associated with the geographical region and the hosts from which they were collected.

Key words: *Frankliniella*, ITS2, vegetable crops, haplotypes.

2.1. INTRODUCCIÓN

El orden Thysanoptera constituye un grupo bien definido de insectos, actualmente se estima que existen 6,000 especies en el mundo de las cuales algunas son consideradas plagas de importancia agrícola, tanto en condiciones de campo como de invernadero (Ananthkrishnan 1979; Berlinger et al. 1993; Mehle y Trdan 2012; Mound 2002; Parrella y Murphy 1996).

El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande), es una de las plagas más importante a nivel mundial de cultivos hortícolas, frutales y ornamentales (Shipp et al. 2000; Stuart 2009). Los daños que causan son directos debido a que las larvas y adultos al alimentarse perforan y succionan el contenido de las células de hojas, flores y frutos, provocando así la deformación de los tejidos y haciéndolos susceptibles al ataque de hongos y bacterias; sin embargo, también causa daños indirectos al ser eficientes transmisores de virus fitopatógenos, como es el caso del virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) y el virus impaciente de la mancha necrótica INSV en cultivos como chile y tomate (Ochoa et al. 1999; Stuart 2009; Hunter y Ullman 1989; Roca 1997).

F. occidentalis es una especie polífaga con gran capacidad invasiva en ecosistemas naturales y agroecosistemas, actualmente presenta una distribución muy amplia en Norteamérica, Europa, Asia, Sudamérica, África y Australia (Kirk y Terry 2003). Se alimenta de más 250 especies de plantas cultivadas de 62 familias botánicas en los Estados Unidos (Bryan y Smith 1956; Tomasini y Maini 1995). Los reportes sobre los daños por este insecto, señalan su impacto en la producción de hortalizas como pepino y chile, en el primer caso bajo condiciones de invernadero en Canadá se estimaron pérdidas del 20% (Smith et al. 1997), en tanto que en cultivos de chile en Florida, EUA en 1995 se estimaron pérdidas por 10 millones de dólares (Nuessly y Nagata 1995). En China a partir de 2003 se considera una plaga invasiva que afecta vegetales en invernaderos y cultivos ornamentales (Yang et al. 2012).

En México a *F. occidentalis* se le reconoce como plaga desde hace poco más de 10 años, sin embargo la información sobre su distribución y hospederos se encuentra fragmentada. Por otro lado, no se tiene información de la variación genética de la

población presente en México, que permita señalar el posible origen de esta, por lo que se propusieron los siguientes objetivos: 1) Hacer una revisión bibliográfica sobre distribución y hospederos de *F. occidentalis*. 2) Conocer el posible origen de la población presente en México. 3) Estimar los niveles de variación genética de *F. occidentalis* que esta asociada con los cultivos hortícolas de Chile, jitomate, calabacita y pepino de diferentes regiones geográficas de México.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1. Búsqueda bibliográfica de hospederos y distribución

Para conocer el número de hospederos y distribución de *F. occidentalis* en México, se realizó una búsqueda bibliográfica en artículos científicos en diferentes bases de datos, tesis de universidades nacionales y reportes de congresos.

2.2.2. Recolección de material biológico

Se realizaron colectas de *F. occidentalis* durante los años 2011 y 2012 en cultivos de calabacita, pepino, Chile y jitomate de zonas productoras de hortalizas en los estados de México, Morelos, Puebla, Guanajuato, Campeche, Chiapas, Sinaloa, Baja California, Chihuahua, Veracruz y Colima (Cuadro 2.1). Los insectos adultos se colectaron utilizando una manta blanca que se colocó debajo de una planta, ésta se agitó vigorosamente para provocar la caída de los trips que se encontraban en flores y hojas. Los ejemplares se colectaron en alcohol al 70% con ayuda de un pincel. Las muestras fueron etiquetadas con localidad, ubicación geográfica y hospedero. Los insectos se trasladaron al laboratorio de Biología Molecular del Colegio de Postgraduados donde se conservaron a 4° C.

Cuadro 2.1. Sitios, cultivos y fechas de colecta de *Frankiniella occidentalis* en 12 estados de la República Mexicana.

Sitio	Municipio	Estado	Cultivo	Altitud (msnm)	Latitud Norte y Longitud Oeste	Fechas de colecta
Maniadero	Ensenada	Baja California	Chile	21	32° 51' L. N. y 117° 07' L.O.	abr-11
Cholul	Campeche	Campeche	Chile	45	19° 00' L.N. y 90° 18' L.O.	jul-12
El truífo	Independencia	Chiapas	Jitomate	1,500	16° 20' L.N. y 91° 86' L.O.	ago-12
Rancho Grande	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	Chile	1,460	30° 24' L.N. y 54° 45' L.O.	jun-11
La cofradía	Tecoman	Colima	Chile	90	18° 90' L.N. y 103° 87' L.O.	ago-11
El Terrero	Tonatico	Estado de México	Pepino	1,650	18° 43' L. N. y 99° 34' L.O.	may-11
Nuevo Penjamo	Penjamo	Guanajuato	Calabaza	1,700	20° 25' L. N. y 101° 42' L.O.	ago-11
Citala	Teocuitatlan	Jalisco	Chile	1,375	20° 01' L. N. y 103° 11' L.O.	sep-12
El puente	Tlayacapan	Morelos	Chile	1,630	18° 95' L.N. y 98° 48' L.O.	jul-11
Rancho Izucar	Izucar de Matamoros	Puebla	Chile	1,300	18° 22' L.N. y 98° 19' L.O.	jul-11
Costa Rica	Culiacan	Sinaloa	Chile	60	24° 48' L.N. y 107° 25' L.O.	feb-11
El tigre	Tlalixcoyan	Veracruz	Chile	20	18° 48' L.N. y 96° 04' L.O.	sep-11

2.2.3. Determinación de la especie

Previo al análisis molecular se realizó la identificación taxonómica de los trips, por lo que fue necesario hacer preparaciones permanentes para observar sus características bajo un microscopio. Para la identificación se utilizó la clave dicotómica de Mound y Marullo (1996).

2.2.4. Análisis molecular

Después de confirmar la especie de cada uno de los ejemplares, se realizó la extracción de ADN genómico de cinco individuos por sitio de colecta, para esto se utilizaron dos métodos; el método directo y el método comercial Finnzymes®, este último se utilizaba sólo cuando el primer método no daba resultados positivos. Para el método directo, cada individuo se extrajo del alcohol, se enjuagó con agua destilada y se dejó secar por espacio de 5 minutos en una toalla absorbente, posteriormente con una navaja nueva se cortó a la mitad y se colocó una de estas partes en un tubo de PCR de 200 µl. Cuando fue necesario utilizar el método de Finnzymes®, se realizó siguiendo el protocolo del productor a partir de una mitad de cada individuo.

En este estudio se decidió utilizar la región del ITS2, que de acuerdo con Toda y Komazaki (2002), Rugman-Jones et al. (2006), Farris et al. (2010) y Ortega (2008) es un sitio altamente variable y presenta altos niveles de polimorfismo en la composición de nucleótidos. La amplificación de ésta región se realizó con los iniciadores: TRIP F 5´ TGT GAA CTG CAG GAC ACA TGA 3´ y TRIP R 5´ GGT AAT CTC ACC TGA ACT GAG GTC 3´ diseñados por Toda y Komazaki (2002). El volumen de la reacción fue de 25µl, que contenía 5µl de buffer 5x para PCR, 3µl DNTPS, 3.2µl de MgCL₂, 11.6 µl de trealosa, 0.2 µl de Taq DNA Polimerasa (Promega), 1µl de DNA y 2 µl de la mezcla de los primers, TRIP F y TRIP R a 1nm. La amplificación se realizó en un termociclador marca Biometra®, con el siguiente programa y siguiendo la técnica de Rugman-Jones et al. (2006), con las siguientes variaciones: 98°C por 8 min, seguido por 35 ciclos a 94°C por 1 min, 54°C por 1 min, 72°C por 1.45 min y 72°C por 8 min.

Los resultados de la amplificación se corroboraron con la electroforesis en gel de agarosa al 1% utilizando como solución amortiguadora TBE 1X y red gen, las muestras y un marcador molecular de 100pb se corrieron durante 20 minutos a 76 volts. Los resultados se visualizaron bajo la luz ultravioleta en un foto-documentador Gene Wizard SyngenF Imagine®, finalmente los productos amplificados se enviaron para su secuenciación con los iniciadores que se utilizaron para la amplificación a la compañía MacroGen Korea; lo cual resultó en un número variable de individuos por sitio de colecta.

2.2.5. Variabilidad genética

El ensamble de secuencias de las regiones ITS2 se realizó con el programa Bioedit (All 1999). Posteriormente se pasaron al programa MEGA 5.2 (Tamura et al. 2011) para su análisis y búsqueda de secuencias similares en la base de datos de Nucleotide de NCBI, con la herramienta de BLAST (Altschul et al. 1990). Seguido de esto se procedió a realizar el alineamiento entre las múltiples secuencias mediante el método CLUSTAL W (Thompson et al. 1994). Posteriormente se obtuvo la variación genética a partir de la región amplificada ITS2, dentro y entre sitios de colecta. Las variables que se

registraron fueron sitios variables, conservados, parsimoniosos y singletones. Así mismo se identificó la diversidad de haplotipos entre poblaciones mediante el programa DnaSP versión 5.10.01 (Librado y Rosas 2009).

2.2.6. Reconstrucción de la filogenia

La reconstrucción de la filogenia se realizó con las secuencias de este estudio, incluyendo también secuencias de esta misma región de *F. occidentalis* depositadas en la base de datos NCBI, las cuales fueron colectadas en otras regiones geográficas. Todas las secuencias fueron alineadas y se obtuvieron haplotipos únicos, con éstos se realizó la prueba de modelos para este grupo de secuencias, de donde se obtuvo el modelo general y los valores de los parámetros a usar en la aproximación de distancias con el método Neighbor-joining (Saitou y Nei 1987) con un análisis bootstrap de 500 repeticiones para el soporte de las ramas y la eliminación de pares sabios en los sitios con espacios. Finalmente se realizó la reconstrucción de la historia evolutiva por medio de una red de haplotipos con base en parsimonia con el programa Splits Tree 4 (Huson y Bryant 2006).

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. Hospederos y distribución en México.

De acuerdo con la revisión que se realizó sobre hospederos y distribución en México, se encontró que *F. occidentalis* está presente en 19 cultivos en diversos agroecosistemas (Cuadro 2.2), incluyendo cultivos anuales como cereales, hortalizas y ornamentales, y cultivos perennes como frutales tropicales y de clima templado. En relación con los reportes de su distribución, el trips de las flores está distribuido en los siguientes nueve estados de la República: Michoacán (Johansen et al. 1999; Pérez

2001), Estado de México (Sánchez 2000; Martínez 2006; Ayala 2009), Morelos (Sánchez 2000; Loera 2007), Veracruz (Salazar 2012), Chihuahua (Ramírez et al. 2004), Coahuila (García et al. 2011); Sinaloa (González y García 2012; García et al. 2012) Nayarit (Valenzuela et al. 2010) y Jalisco (Cih- Dzul et al. 2011). Los resultados de esta búsqueda bibliográfica señalan que el primer reporte de su presencia en México, fue en 1999 en aguacate (Johansen et al. 1999) y que a partir de esta fecha los hospederos y estados donde se ha colectado ha ido en aumento, tal es el caso de esta investigación donde *F. occidentalis* se colectó en pepino, calabacita, jitomate y chile; la lista de hospederos señala su presencia en los tres primeros cultivos pero no en chile, además de haberse colectado en seis estados más, que son Baja California, Campeche, Chiapas, Colima, Guanajuato y Puebla; de esta manera la distribución actual de *F. occidentalis* abarca 15 de los 31 estados que integran la República Mexicana.

Cuadro 2.2. Hospederos y distribución de *Frankliniella occidentalis* en la República Mexicana.

Cultivo	Estado	Año	Autor
Aguacate	Michoacán	1999	(Johansen et al. 1999) (Sánchez 2000)
	Morelos	2000	
Ciruela	Estado de México	2000	(Sánchez 2000)
Frambuesa	Estado de México	2000	(Sánchez 2000)
Manzano	Estado de México	2000	(Sánchez 2000) (Ramírez et al. 2004)
	Chihuahua	2004	
Durazno	Estado de México	2000	(Sánchez 2000)
	Morelos	2000	
Zarzamora	Estado de México	2000	(Sánchez 2000)
Tejocote	Estado de México	2000	(Sánchez 2000)
Lenteja	Michoacán	2001	(Pérez 2001)
Trigo	Estado de México	2006	(Martínez 2006)
Gladiola	Morelos	2007	(Loera 2007)
Rosal	Estado de México	2009	(Ayala 2009) (García et al. 2011)
	Coahuila	2011	
Calabaza	Nayarit	2010	(Valenzuela et al. 2010)
Agave	Coahuila	2011	(García et al. 2011)
Fríjol	Coahuila	2011	(García et al. 2011)
Alfalfa	Coahuila	2011	(García et al. 2011)
Jitomate	Jalisco	2011	(Cih- Dzul et al. 2011)
Pepino	Sinaloa	2012	(González et al. 2012)
Maíz	Sinaloa	2012	(García et al. 2012)
Mango	Veracruz	2012	(Salazar 2012)
	Jalisco, Morelos, Chihuahua, Sinaloa,		
**Chile	Veracruz, *Baja California, *Campeche, *Colima, *Puebla	2013	
Jitomate	*Chiapas	2013	
Pepino	Estado de México	2013	
Calabacita	*Guanajuato	2013	

*Nuevos registros de distribución; **Nuevo registro de hospedero

2.3.2. Variabilidad genética de *F. occidentalis*

La variabilidad genética de las poblaciones se obtuvo de la región ITS2 que de acuerdo con Glover et al. (2010) es un sitio altamente variable y que permite su uso para investigar la historia evolutiva de una población. La longitud de las 41 secuencias que se obtuvieron varió de 422 a 456 pares de bases (pb), aunque después de la alineación se logró obtener secuencias de 519 pb y en éstas se determinaron 252 sitios variables y 178 sitios en parsimonia.

En el análisis de secuencias de esta investigación, de las 519 pb se identificaron las regiones 5.8S, ITS2 y 28S; la región del ITS2 comprendió de la posición 57 a la 512 del alineamiento. En dicha región se observa la variación que va de 22 a 97 sitios variables dentro de las poblaciones. La población que presentó la mayor variación fue la colectada en Guanajuato con 97 sitios variables, seguido de Puebla con 85, a diferencia de Jalisco donde sólo se presentaron 10 sitios variables, todas estas con cinco individuos por cada lugar de colecta; en cuanto a los sitios informativos para la reconstrucción de la filogenia, los individuos de las poblaciones colectadas en Veracruz y Baja California fueron los que presentaron un mayor número de sitios variables entre ellos, aunque entre las poblaciones resultó aún mayor, lo que permitió realizar la reconstrucción hipotética de la historia evolutiva de estas secuencias.

Por otro lado, este análisis señala que existe un alto nivel de polimorfismo dentro y entre poblaciones. Se identificaron 38 haplotipos de 41 individuos que mostraron una diversidad de 0.9951, de estos, dos haplotipos uno que está presente en Guanajuato agrupó a dos individuos (h1) y otro que concentró tres individuos, uno de Jalisco, uno de Morelos y uno de Puebla (h2) (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Polimorfismo de la región ITS2 dentro de poblaciones de *F. occidentalis* recolectadas en hortalizas en México.

				SITIOS VARIABLES			REGION			
				5 8	ITS2	28S	ITS2			
No.	Estado	Individuos	Haplotipos	1 - 56	57 - 512	513 - 517	CONSERVADOS *	V *	Pi *	S *
1	Baja california	5	5	0	22	0	393	30	7	23
2	Campeche	1	1	0	0	0				
3	Chiapas	3	3	0	31	0	388	40	0	38
4	Chihuahua	1	1	0	0	0				
5	Colima	3	3	0		0	435	23	0	20
6	Estado de México	5	5	0	21	0				
7	Guanajuato	5	4 h1	0	97	0	395	107	4	100
8	Jalisco	5	4 h2	0	10	0	404	18	4	14
9	Morelos	3	3 h2	0	71	0	377	79	0	78
10	Puebla	5	4 h2	0	85	0	326	97	3	93
11	Sinaloa	1	1	0	0	0				
12	Veracruz	4	4	0	43	0	399	49	18	31
Total		41	38	380			265	443	36	397

* De la región amplificada

2.3.3. Reconstrucción de la filogenia

Para la reconstrucción de las relaciones filogenéticas y conocer el posible origen de la población de *F. occidentalis* presente en México se incluyeron 23 secuencias mas de esta especie del NCBI de diferentes regiones geográficas provenientes de Estados Unidos (California), Inglaterra China y Japón; asimismo se utilizó una secuencia de la especie *Thrips flavus* (AM932130) como grupo de comparación; de las 64 secuencias se obtuvieron los haplotipos únicos con el programa DnaSP 5.1 (Cuadro 4).

De acuerdo con el análisis de haplotipos de las 41 secuencias de México y 23 del NCBI, se generaron 46 haplotipos, de estos, cinco presentaron más de un individuo; el haplotipo H1 con 10 individuos agrupó secuencias de Estados Unidos (California) y México (Jalisco, Puebla y Morelos) en tanto que el haplotipo H2 con 7 individuos agrupó secuencias de Japón, Estados Unidos y México (Baja California, Colima, Jalisco y Morelos) lo que señala que tiene mayor distribución que el H1. Los haplotipos H3 y

H4 cada uno estuvo representado por dos individuos de México , H3 de Guanajuato y H4 del Estado de México, finalmente el haplotipo H5 se integró por dos individuos de California, Estados Unidos. El resto de las secuencias son haplotipos únicos (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Lista haplotipos de *Frankliniella occidentalis* obtenidas de México y de la base de datos NCBI con el programa DnaSP 5.1.

Haplotipo	No. Acceso /Nombre	Localidad	Hospedero
H1	gi298359437	California, USA	s/h
H1	gi298359440	California, USA	s/h
H1	gi298359442	California, USA	s/h
H1	gi298359449	California, USA	s/h
H1	gi298359454	California, USA	s/h
H1	Jal 2, Mor 3, Pue 1, Pue 2, Pue 5	México	Chile
H2	gi298359452	California, USA	s/h
H2	gi17933008	Japon	s/h
H2	BC 2, Col 1, Jal 1, Jal 3, Mor 5	México	Chile
H3	Gto 1 Gto 5	Mexico	Calabacita
H4	MX 2 MX 4	México	Pepino
H5	gi298359433 gi298359475	California, USA	s/h
16	gi169238586	Inglaterra	s/h
17	gi169238587	Inglaterra	s/h
18	gi 169238590	Inglaterra	s/h
20	gi298359435	California, USA	s/h
21	gi298359436	California, USA	s/h
23	gi298359439	California, USA	s/h
24	gi298359447	California, USA	s/h
25	gi298359477	California, USA	s/h
26	gi343966234	China	Crisantemo
27	gi343966237	China	Ajo
28	gi343966243	China	s/h
29	gi343966244	China	Chile
14	gi343966245	China	Malva
30	gi343966249	China	s/h

Jal = Jalisco, Mor= Morelos, Pue= Puebla, Mx= Estado de México, BC = Baja California, Gto= Guanajuato s/h= sin hospedero.

Para la reconstrucción de la filogenia con base en distancias, el mejor modelo de sustitución de nucleótidos para estos datos fue K2 + G (Kimura dos parámetros con distribución gamma) el valor del parámetro gama fue de 1.44, con base en los criterios BIC (Bayesian Information Criterion) y AICC (Akaike Information Criterion Corrected) implementados en el programa Mega 5.2. Esta información se utilizó para la reconstrucción de la filogenia con la aproximación de Neighbor-Joining con 500 repeticiones de bootstrap.

El cladograma con *T. flavus* como grupo externo, agrupa todas las secuencias de *F. occidentalis* entre tres grupos, el primero I incluye todas las secuencias que se obtuvieron en el NCBI, los haplotipos H1, H2 y H5, más 14 haplotipos presentes en México, todas estas secuencias comparten un mayor número de nucleótidos entre ellos. La presencia de las secuencias que se obtuvieron del banco de genes de diferentes regiones geográficas junto con las de México, dentro de este grupo señala la amplia distribución de *F. occidentalis* con información genética similar; que soporta lo que ha sido mencionado sobre la distribución de la especie a partir de California como centro de origen (Pergande 1895) y de distribución (Bryan y Smith 1956). Sin embargo el soporte de las ramas en este grupo es menor al que señala Hillis y Bull (1993) para considerarlos como un grupo real; no obstante otros trabajos que se han realizado a nivel interespecífico indican bajo nivel de soporte por la poca variabilidad que se presenta y la posible recombinación entre ancestros y descendientes, que no se contempla dentro de un cladograma (Posada y Crandall 2001).

El grupo II incluye individuos colectados en México principalmente en Chile, en Morelos, Veracruz y Puebla; en tanto que el grupo III incluye individuos colectados en el Estado de México y Guanajuato esencialmente en cucurbitáceas. En este caso el soporte en la formación de estos grupos es del 98% de probabilidad de que sean correcto (Hill y Bulls 1993). El resultado de la agrupación de estos dos últimos grupos señala una asociación de los individuos de *F. occidentalis* tanto a la región geográfica donde se colectaron, como del hospedero. Ésta separación se debe a que en este grupo de secuencias se encuentran inserciones que van desde una hasta 18 pares de bases de fragmentos de ADN que no están presentes en el primer grupo (Figura 2.1). Un caso particular que se observa en el árbol es la presencia de dos haplotipos diferentes en la colecta de Puebla, tres de ellos están en el haplotipo I que se ubica dentro del grupo I y otro individuo que se encuentra en el grupo II del árbol filogenético, con una composición genética diferente por lo que se puede señalar que estos dos haplotipos se encuentran en simpatria, por lo que mayor número de individuos en esta zona se deben analizar.

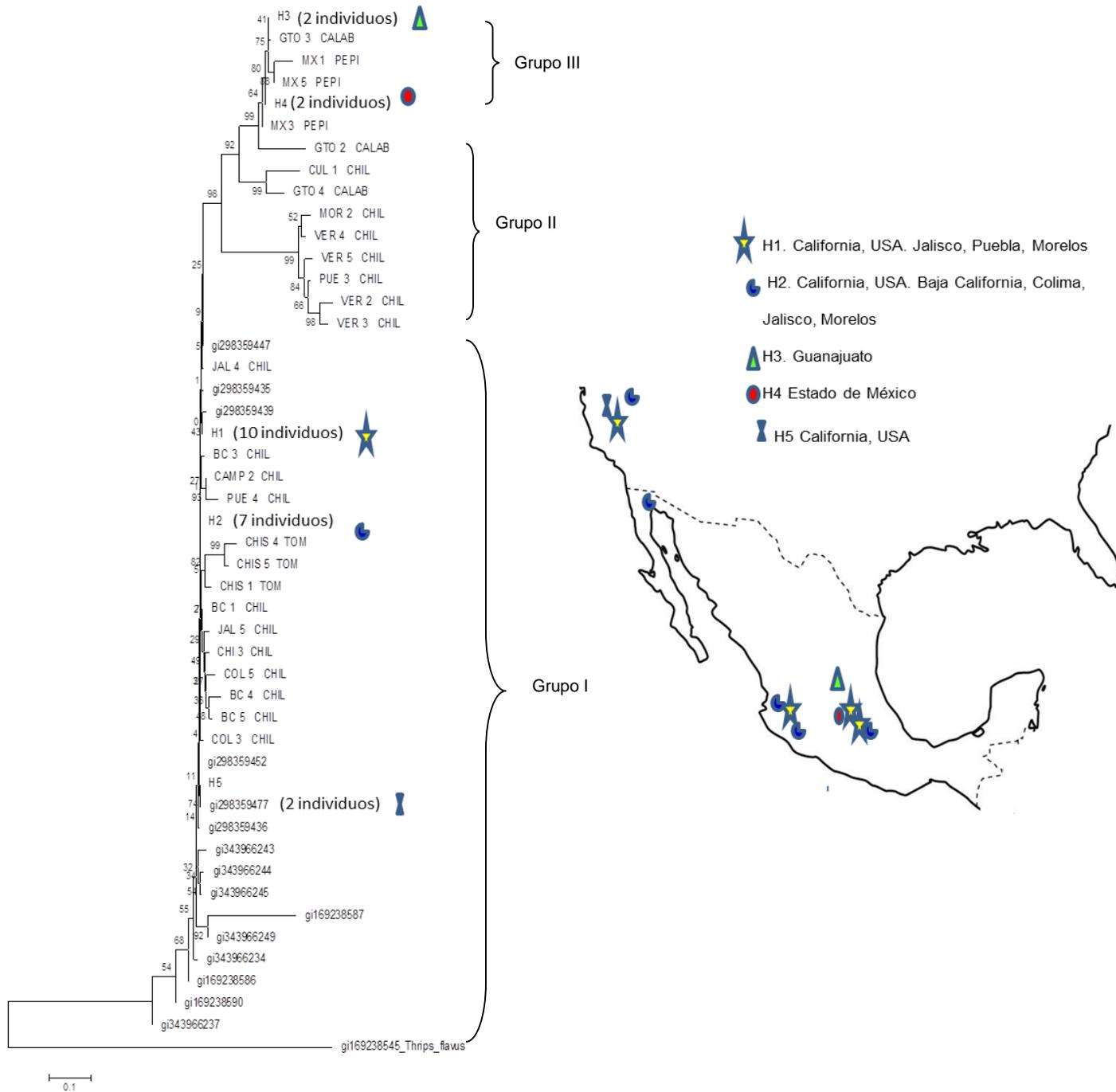


Figura 2.1. Reconstrucción y distribución de la filogenia de la región ITS2 de 41 secuencias de *Frankliniella occidentalis* de México y 23 obtenidas de NCBI de diferentes regiones del mundo, con base en el método Neighbor-Joining, con 500 repeticiones de bootstrap con el modelo Kimura dos parámetros con distribución gama (K2 + G) de 1.44

2.3.4. Red de haplotipos

Por otra parte en la red de haplotipos (Figura 2.2) también se puede observar claramente la formación de tres grupos al igual que en el análisis filogenético, lo que soporta que dentro de la población de *F. occidentalis* se está dando un proceso de diversificación de la especie que puede estar relacionada con procesos de adaptación en la región geográfica y hospederos, además se observa que las relaciones evolutivas entre las secuencias utilizadas en el análisis filogenético no son relaciones de bifurcación si no de multibifurcación, que resulta ser mucho más complejas de analizar, en donde el nivel de soporte es mayor que en el análisis filogenético. Finalmente, esta herramienta ha sido utilizada por otros autores ya que existe poco soporte en las ramas del árbol filogenético, misma que se puede deber a recombinación o hibridación entre individuos de la población (Posada y Crandall 2001; Moulton y Houbear 2009). Por otro lado Rugman-Jones et al. (2010) han utilizado esta herramienta para relacionar la red de haplotipos con la distribución geográfica de haplotipos de *F. occidentalis*.

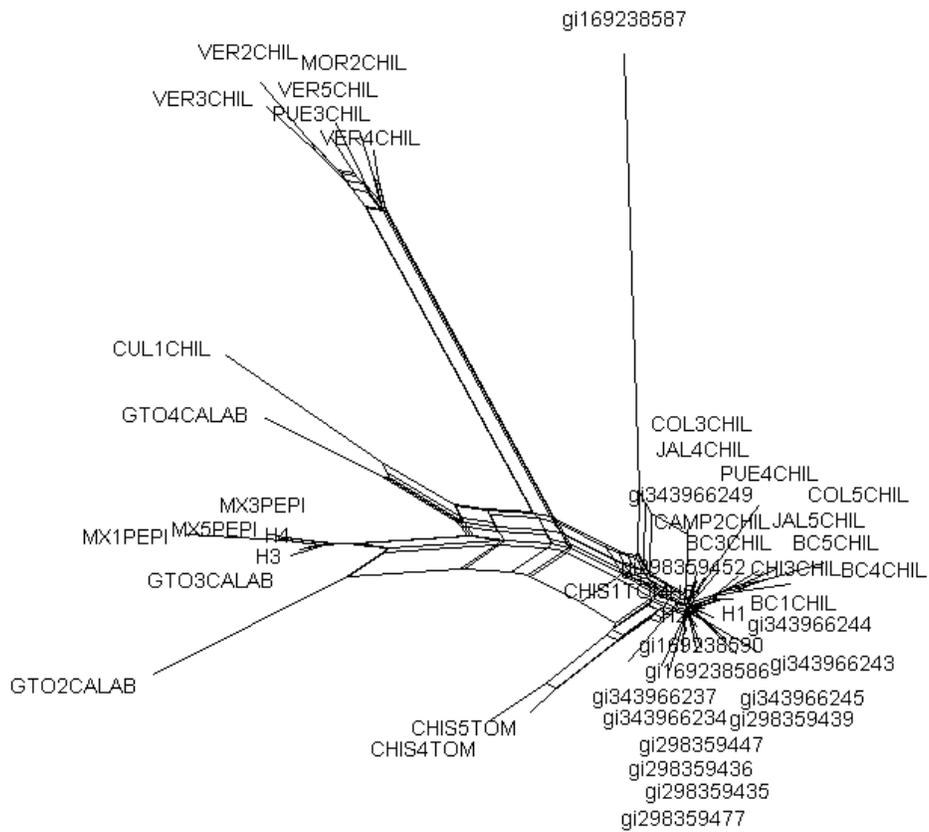


Figura 2.2. Red de haplotipos de las poblaciones de *F. occidentalis* de México y secuencias obtenidas en el NCBI de Estados Unidos, Inglaterra, Japón y China; con el programa Splits Tree4.

2.4. CONCLUSIONES

De acuerdo a la revisión de literatura se encontró que el número de hospederos de *F. occidentalis* que se ha reportado en México, es mucho menor que el que se señala en Estados Unidos que es centro de origen de la especie, también a partir de la identificación de la especie en el cultivo de aguacate en 1999, los reportes de su presencia se han incrementado en diferentes cultivos y regiones geográficas, sin que hasta el momento se tengan reportes de niveles de daño económico por la presencia de este insecto.

En base a los resultados se puede concluir que parte de la población de *F. occidentalis* presente en México comparte la misma información genética con otros individuos de regiones geográficas distintas como Estados Unidos, Inglaterra, China y Japón, lo que puede suponer que es parte de la población que se distribuyó originalmente de California hacia otras regiones y que la cercanía con México facilitó su dispersión a sitios cercanos como Baja California y Chihuahua, o que la movilización de productos agrícolas pudiera estar relacionado con la presencia del mismo haplotipo en sitios más distantes como Chiapas y Campeche. Por otra parte se observa que en la colecta de Puebla se presentan individuos con secuencias genéticamente diferentes que solo a través de un análisis poblacional es posible explicarlos, como en este caso, donde otros individuos de la misma especie presentan composición genética diferente.

Además una parte de la población tiene una distribución solo en México que se puede asociar a regiones geográficas y tipo de hospedero, por lo que se puede mencionar que parte de la población presente en México presenta una estructura poblacional asociada con estos dos factores principalmente en la región de Veracruz, Guanajuato y Estado de México y que pueden estar presentando un proceso de diversificación con relación a la población de California, Estados Unidos.

Finalmente los resultados de esta investigación podrían apoyar para la toma de decisiones en el manejo de plagas con estrategias establecidas en otras regiones del mundo.

2.5. LITERATURA CITADA

All, T. 1999. Bioedit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for windows 95/98 NT. Nucleic Acids Symposium Series 41: 95-98.

Altschul, S. F., W. Wish, W. Miller, E. Myers and D. Lipman. 1990. Basic Local Alignment Search Tool. J. Mol. Biol. 215: 430-410.

Ananthakrishnan, T. N. 1979. Biosystematics of Thysanoptera. Ann. Rev. Entomol. 24:159-83.

Ayala, T. A. 2009. Insecticidas/acaricidas para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) y ácaros (*Tetranychus urticae*) en el cultivo de rosal en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola UACH. Chapingo, México.

Berlinger, M. J., M. S. Lebiush, D. Fridja and N. Mor. 1993. The effect of types of greenhouse screens on the presence of western flower thrips: A preliminary study. IOBC/ WPRS Bull. 16:13–16.

Bryan, D. E. and R. F. Smith. 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). University of California Publications in Entomology 10(6): 359-410.

Cih Dzul, V. J., C. Tornero y R. R. Schwentesius. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el estado de Jalisco, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 14 (2):501-512.

Farris, R. E., R. Ruiz-Arce, M. Ciomperlik, J. D. Vasquez, and R. Deleón. 2010. Development of a ribosomal DNA ITS2 marker for the identification of the thrips, *Scirtothrips dorsalis*. *Journal of Insect Science* (10):1-15.

García, G. C., M. M. González and M. E. Cortez. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai* 8 (3b):57-70.

García, M. O., R. Johansen, J. L. Villareal, R. Carbajal, A. Robles y A. Retana. 2011. Contribución al Conocimiento de los Thysanoptera de Coahuila, México. *Métodos en Ecología y Sistemática* 6: 15-26.

Glover, R.H., K. Collins and N. Boonham. 2010. Assessment of loci of DNA barcoding in the genus *Thrips* (Thysanoptera: Thripidae). *Molecular ecology resources* (10):51 - 59.

González, M. M. y G. C. García. 2012. Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el Norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8 (3b) 31-45.

Hillis, M. D. and J. J. Bull. 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Systematic Biology*. 42(2): 182-192.

Hunter, B. and D. E. Ullman. 1989. Analysis of mouthpart movements during feeding of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae). *Int. J. Insect Morphol Embryol*. 18: 161-172.

Huson, D. H. and D. Bryant. 2006. Application of Phylogenetic Networks in Evolutionary Studies, *Mol. Biol. Evol.* 23(2):254-267.

Johansen, N. R., G. A. Mojica y B. G. Ascención. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos en el aguacatero (*Persea americana* Miller). Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 279-285.

Kirk, W. D. and L. I. Terry. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Agric. Forest Entomol. 5: 301-310.

Librado, P. and J. Rosas. 2009. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. Bioinformatics 25: 1451-1452.

Loera, A. E. 2007. Control químico e identificación de trips en gladiola (*Gladiolus glandiflorus* Hort.) en Oacalco, Municipio de Yautepec, Morelos. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México.

Martínez, Z. M. 2006. Identificación y control de pulgones y trips mediante tratamiento a semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la zona de Chapingo. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México.

Mehle, N. and S. Trdan. 2012. Traditional and modern methods for the identification of thrips (Thysanoptera) species. J Pest Sci. 85:179-190.

Mound, L. A. 2002. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. Rev. Biol. Trop. 50(2): 477-484.

Mound, L.A. and R. Marullo. 1996. The thrips of Central and South America: An introduction (Insecta; Thysanoptera). Memoirs on Entomology International. 487p.

Moulton, V. and K. Huber. 2009. Split networks. A tool for exploring complex evolutionary relationships in molecular data. In The phylogenetic handbook: a practical approach to phylogenetic Analysis and Hypothesis Testing. Lemey, P. and M. Salemi. (Eds) Cambridge university press. 631-653 pp.

Nuessly, G. S. and R. T. Nagat. 1995. Pepper varietal response to thrips feeding *In: Thrips Biology and management*. Parker, B. L., M. Skinner, and T. Lewis. (eds) Plenum Press. New York. pp 115 -118.

Ochoa, D. L., E. Z. Mejia, G. M. Aguilera and R. M. Johansen. 1999. Implications of weeds composition and thrips species for the epidemiology of tomato spotted wilt in chrysanthemum (*Dendrathera grandiflora*). *Plant Pathology* 48: 707-717.

Ortega, R. G. 2008. Método rápido para la discriminación de *Thrips palmi* Karny por PCR. Tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Parrella, M. P. and B. Murphy. 1996. Western flower thrips: Identification, biology and research on the development of control strategies. *IOBC/ WPRS Bull.* 19:115-118.

Pérez, V. P. 2001. Fluctuación poblacional y determinación de las especies de trips (Thysanoptera: Thripidae) presentes en el cultivo de la lenteja (*Lens culinaris* Medic.) en el municipio de Coeneo de la Libertad, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México.

Pergande, T. 1895. Observations on certain Thripidae. *Insect life* (7) 390 - 395.

Posada, D. and K. A. Crandall. 2001. Intraspecific gene genealogies: trees grafting into networks. *Trends in Ecology and Evolution.* 16: 37-45.

Ramírez, L. M., C. J. Jacobo, M. M. Ávila y R. Gutiérrez. 2004. Validación de un Sistema de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Huertos de Manzano *Malus sylvestris* (L.) Mill. var. Doméstica (Borkh.) Mansf en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22 (2) 277-289.

Rugman-Jones, P. F., M. S. Hoddle, L. A. Mound and R. Stouthamer. 2006. Molecular identification key for pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 99 (5):1813-1819.

Rugman-Jones, P. F., M. S. Hoddle, L. A. Mound and R. Stouthamer. 2010. Nuclear-mitochondrial barcoding exposes the global pest western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) as two sympatric cryptic species in its native California. *Journal of Economic Entomology* 103(3):877- 886.

Roca, E., J. Aramburu and E. Moriones. 1997. Comparative host reactions and *Frankliniella occidentalis* transmission of different isolates of tomato spotted wilt tospovirus from Spain. *Plant pathology* (46):407- 4015.

Saitou, N. and M. Nei, 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406-425.

Salazar, S. M. 2012. Identificación, distribución y dinámica poblacional de escamas, trips y ácaros en mango (*Mangifera indica* L.) en Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Sánchez, R .M. 2000. Trips asociados a frutales de los estados de México y Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Shipp, J. L., K. Wang and M. R. Binns. 2000. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. *Journal of Economic Entomology* 93 (6):1732-1740.

Smith, I. M., D. G. Mcnamara, P. R. Scott and M. Holderness. 1997. Quarantine pests for Europe. 2nd Ed. Wallingford, UK: CABI. pp. 267- 272.

Stuart, R. R. 2009. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. Florida Entomologist 92 (1):7-13.

Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei and S. Kumar. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood evolutionary distance and maximum parsimony methods. Molecular Biology and Evolution 28: 2731-2739.

Thompson, H.D., T. J. Gibson and D. G. Higgins. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Research 22: 4673-4680.

Toda, S. and S. Komazaki. 2002. Identification of thrips species (Thysanoptera: Thripidae) on Japanese fruit trees by polymerase chain reaction and restriction fragment length polymorphism of the ribosomal ITS2 region. Bulletin of Entomological Research 92: 359-363.

Tommasini, M. G. and S. Maini. 1995. *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetal and ornamental crops in Europe. In: Biological control of thrips pests. Loomans, A. J. (ed). Wageningen Agric. Univ. Papers. pp 1-42.

Valenzuela, G.R., O. J. Cambero, C. R. Carvajal, A. Robles y A. Retana. 2010. Fluctuación poblacional de thrips (Thysanoptera) asociados a calabaza en Nayarit, México. Agronomía Mesoamericana 21(2) 333:336.

Yang, X.M., J.T. Sun, X.F. Xue, J. B. Li and X. Y. Hong. 2012. Invasion genetics of the western flower thrips in China. Evidence for genetic Bottleneck, hybridization and bridgehead effect. Plos One 7 (4): e34567.

CONCLUSIONES GENERALES

La producción hortícola de México incrementa y cambia a un mercado de mayor valor; en el aumento de su producción es inevitable la presencia de plagas, entre ellas los trips, cuyo control es un factor indispensable en este proceso y de los cuales se tenía poca información para las condiciones de México.

En esta investigación se obtuvo información sobre la determinación de las principales especies presentes en hortalizas en las zonas de estudio, su distribución y fluctuación poblacional.

De esta manera *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci* fueron las especies más abundantes. *F. occidentalis* estuvo más relacionada con los cultivos de jitomate, chile, tomate de cáscara, pepino y calabacita mientras que *T. tabaci* con el cultivo de cebolla. Ambas especies estuvieron presentes durante todo el año, pero la mayor abundancia poblacional se presentó en los meses de abril, mayo, junio, julio.

Presentaron de dos a seis generaciones por ciclo de cultivo y las condiciones ambientales que afectaron a la población fueron lluvias intensas superiores a 20 mm o de menor intensidad pero constantes.

Mediante el análisis molecular de las secuencias de los individuos de *F. occidentalis* recolectados en diferentes zonas geográficas de México se conoció la variabilidad genética de la población y su posible origen. Esta especie presentó una alta variabilidad genética y es posible que la población se haya dispersado a partir de su centro de origen que resultó ser el Estado California en Estados Unidos probablemente por la cercanía de estados como Baja California y Chihuahua, y que ha avanzado hasta los sitios más lejanos como la península de Yucatán a través de la comercialización o movilización de productos agrícolas.

En conjunto toda esta información permitió tener un mejor entendimiento de las especies de trips asociadas con hortalizas presentes en México que además sirve de apoyo para la toma de decisiones y a la vez para establecer medidas de control.