



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD -ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

DIVERSIDAD DE ESPECIES DE TRIPS EN HUERTOS MEXICANOS DE AGUACATE

DANIEL BRAVO PÉREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2015

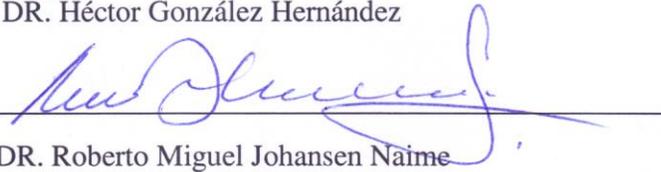
La presente tesis, titulada: “**Diversidad de especies de trips en huertos mexicanos de aguacate**” realizada por el alumno: **Daniel Bravo Pérez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:  _____

DR. Héctor González Hernández

ASESOR:  _____

DR. Roberto Miguel Johansen Naime

ASESOR:  _____

DRA. Ma. Teresa Santillán Galicia

ASESOR:  _____

DRA. Obdulia Lourdes Segura León

ASESOR:  _____

DR. Daniel Leobardo Ochoa Martínez

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, Junio de 2015.

DIVERSIDAD DE ESPECIES DE TRIPS EN HUERTOS MEXICANOS DE AGUACATE

Daniel Bravo Pérez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2015

RESUMEN

A nivel mundial, México es el principal productor de aguacate. Varias plagas de insectos afectan su producción, y los trips se encuentran entre los más importantes. En el diseño de métodos de control un paso clave es la identificación exacta de las especies plaga. A pesar de esto, los reportes oficiales sobre la diversidad de especies de trips en México son muy escasos. En el presente estudio, se presentan resultados sobre la diversidad de especies de trips recolectados en huertos de aguacate en Michoacán, donde se determinó usando una combinación de herramientas morfológicas y genéticas. De los más de 1,000 ejemplares recolectados e identificados morfológicamente, 40 especies de siete géneros de trips fueron encontrados. *Frankliniella* fue el más diverso con 15 especies, seguido por *Scirtothrips* con 13 especies. Para el análisis genético de la secuencia del citocromo oxidasa subunidad I (COI), se utilizaron treinta y cuatro ejemplares. Para el género *Frankliniella*, se evaluaron ejemplares de nueve especies identificadas morfológicamente, pero el análisis filogenético no proporcionó una separación clara entre ellos. Para el género *Scirtothrips*, se evaluaron ejemplares de cuatro especies identificadas morfológicamente, y el análisis filogenético colocó todos los ejemplares en un grupo con un alto valor significativo de bootstrap relacionandolo con la secuencia de *S. perseae* del GenBank. Considerando que las diferencias morfológicas consistentes ocurren en la quetotaxia del pronoto entre especies morfológicamente distintas en el género *Scirtothrips*, sugerimos que se requiere información sobre un loci adicional para realizar conclusiones definitivas, si algunas especies morfológicas del género *Scirtothrips* y *Frankliniella* son en realidad sinónimas.

Palabras clave: *Scirtothrips*, *Frankliniella*, identificación morfológica, colocación filogenética

SPECIES DIVERSITY OF THRIPS IN MEXICAN AVOCADO ORCHARDS

Daniel Bravo Pérez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2015

ABSTRACT

Mexico is the largest worldwide producer of avocado. Several insect pests affect its production, and thrips are amongst the most important. A key step in the design of control methods is accurate species identification. Despite this, formal reports on species diversity of thrips in Mexico are very scarce. Here we report results on species diversity of thrips collected in avocado orchards in Michoacan, as determined using a combination of morphological and genetic tools. More than 1000 specimens were collected and identified morphologically; forty species from seven genera were found. *Frankliniella* was the most diverse with 15 species, followed by *Scirtothrips* with 13 species. Thirty-four specimens were used for genetic analysis of the sequenced mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (COI). For the genus *Frankliniella*, specimens from nine morphologically identified species were evaluated, but phylogenetic analysis did not provide a clear separation amongst them. For the genus *Scirtothrips*, specimens from four morphologically identified species were evaluated, and phylogenetic analysis placed all specimens in one group with a highly significant bootstrap value linking them with the sequence of *S. perseae* from GenBank. Considering the fact that consistent morphological differences in pronotal chaetotaxy occur amongst morphologically distinct species in the genus *Scirtothrips*, we suggest that information on additional loci is required for definitive conclusions to be made about whether some morphological species within the genera *Scirtothrips* and *Frankliniella* are in fact synonyms.

Keywords: *Scirtothrips*, *Frankliniella*, morphological identification, phylogenetic placement.

AGRADECIMIENTOS

A **Jehová Dios** por darme fortaleza para enfrentar la vida.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económico brindado durante la realización de mis estudios de maestría.

Al **Colegio de Postgraduados** y al **Instituto de Fitosanidad** por darme la oportunidad de continuar con mi formación profesional.

Al **Dr. Héctor González Hernández** por permitirme por segunda vez ser parte de su equipo de trabajo, gracias por la confianza, paciencia y carácter de gran ser humano se pudo culminar este proyecto.

A la **Dra. Ma. Teresa Santillán Galicia** por el tiempo brindado y sus importantes aportaciones para la realización de este trabajo.

A la **Dra. Obdulia Lourdes Segura León** por la atención brindada y las aportaciones constructivas a este trabajo, gracias por su valioso apoyo, confianza y las enseñanzas de aulas para mi formación durante el periodo de maestría.

Al **Dr. Roberto Miguel Johansen Naime** por las horas dedicadas a la presente investigación, sin su apoyo esto no hubiera sido posible; gracias por hacer las horas de trabajo amenas con sus interesantes pláticas.

Al **Dr. Daniel Leobardo Ochoa Martínez** por su apoyo y aportaciones para la presente investigación, por su valiosa amistad y la confianza depositada para concluir el presente trabajo.

Al **M.C Jorge Valdéz Carrasco** por aceptar ser sinodal de la presente tesis, la disposición en el apoyo de montajes y toma de fotografías, así también, por ser uno de los grandes profesores que tuve en mi paso por Fitosanidad.

A la **M.C Aurea Mojica** y **Biól. Elizabeth Mejorada**, por su amistad y gran amabilidad en mis visitas realizadas al Instituto de Biología de la UNAM.

Al **Ing. Marcelino Cortés** por el apoyo brindado para la realización de las recolectas a los huertos de los municipios del estado de Michoacán.

DEDICATORIAS

A mis padres: Herlinda Pérez Roblero y Galtier Bravo Méndez por todo el cariño y apoyo que me han brindado a través de sus sabias palabras, gracias mamá y papá por ser un gran ejemplo de humildad y perseverancia.

A mi esposa: Mercedes Baez, gracias por estar siempre a mi lado, por compartir este gran proyecto durante estos dos años, por permitirme la dicha de ser padre.

A mi hermosa hija: Valentina, por llegar a endulzarme la vida, por hacer esta etapa una de las mejores, siempre serás mi razón de superación.

A mi hermana: Amable⁺, por dejar en esta vida ese gran reto de superación, fuiste una gran mujer por tu paso en esta vida, siempre te recordaré con ese gran carácter y mentalidad de trabajar día a día arduamente.

A Andrea, recuerda que la mejor decisión que puedas tomar en la vida es estudiar para llegar a obtener una profesión, siempre estaré para apoyarte.

A mis hermanos: Exal y Elin, por sus consejos para ser mejor persona cada día, gracias por las vivencias durante nuestra niñez y por enseñarme muchos aspectos de la vida.

A mis cuñadas: Rebeca, Mercedes y sobrinos: Francisco, Vianey, Esperanza, Roberta y Esmeralda gracias por ser parte de esta gran familia.

A la familia Santana: Glendy, Alex, Suemi, Luis, María y Jorge por aceptarme dentro de esa gran familia.

A Gloria Santana por ser una gran persona, muchas gracias por todo su apoyo, la aprecio mucho.

A mis amigos: Carlos, Luis Miranda, Manolo, Sergio, Pool, Pepe, Pedro, Artemio, Daniel Barcenás, Patricio, Deysi, Hugo, Huguito, Eber, Pau, Erika Trueba, Dina, Jesús, Edith Blanco, Alejandro Martínez, Isis Jaimez, gracias por su amistad.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos particulares	3
2.3 Hipótesis	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Generalidades del aguacate	4
3.2 Origen del aguacate	4
3.3 Importancia económica del aguacate.....	5
3.4 Razas de aguacate	6
3.5 Problemas fitosanitarios del aguacate.....	7
3.6 Importancia de los trips	8
3.6.1 Características de los trips	8
3.6.3 Biología de los trips	9
3.6.4 Tipos de reproducción.....	10
3.6.5 Manejo	10
3.7 Diversidad y abundancia de especies	12
3.7.1 Índice de diversidad de Shanon-Wiener	12
3.8 Uso del gen Mitocondrial DNA.....	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1 Recolecta de especímenes de trips.....	14
4.2 Identificación morfológica de trips.....	16
4.3 Determinación de la diversidad y abundancia de trips	16
4.4 Identificación molecular de las especies de trips recolectadas	17
4.4.1. Extracción de ADN, amplificación y secuenciación	17
4.4.2 Análisis de datos	18
V. RESULTADOS	19
5.1 Identificación morfológica	19
5.1.1 Especies del género <i>Scirtothrips</i>	20
5.1.2 Especies del género <i>Frankliniella</i>	20

5.1.3 Especies del género <i>Neohydatothrips</i>	21
5.1.4 Especies fitófagas y depredadoras de otros géneros	22
5.2 Descripción de las especies encontradas en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán....	22
5.3 Diversidad y abundancia de especies de trips	42
5.4 Identificación molecular	43
VI. DISCUSIÓN	50
VII. CONCLUSIONES	55
VIII. LITERATURA CITADA	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de aguacate en México en 2013.....	5
Cuadro 2. Principales municipios productores de aguacate en el estado de Michoacán en 2013...6	
Cuadro 3. Nombre de los huertos de aguacate ‘Hass’ y localidades donde se realizó la recolecta de trips.....	15
Cuadro 4. Especies y número de individuos de trips recolectadas en huertos de aguacate Hass en Michoacán (2013-2014).....	21
Cuadro 5. Datos de especímenes de trips recolectados en huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán y de los cuales se obtuvieron las 34 secuencias. Especímenes sin seda anteromarginal (**)	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Municipios de Michoacán donde se realizaron los muestreos de trips.....	14
Figura 2. Especies de <i>Scirtothrips</i> determinadas del muestreo en huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.....	31
Figura 3. Especies de <i>Frankliniella</i> determinadas morfológicamente de huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.....	37
Figura 4. Otras especies determinadas morfológicamente de huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.....	42
Figura 5. Abundancia de las especies de trips recolectadas en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán.....	43
Figura 6. Abundancia y diversidad de especies de trips del material morfológicamente identificado, recolectadas de huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán.	44
Figura 7. Reconstrucción filogenética de 34 secuencias obtenidas de trips con el método máxima verosimilitud (ML).....	46
Figura 8. Dendrograma de especies de <i>Scirtothrips</i> inferidas con máxima verosimilitud (ML)...	47
Figura 9. Dendrograma del género <i>Frankliniella</i> inferidas con máxima verosimilitud (ML).....	48
Figura 10. Dendrograma de <i>Neohydatothrips signifer</i> , <i>Arorathrips mexicanus</i> , <i>Caliothrips marginipennis</i> y <i>Leptothrips mcconnelli</i> inferidos con máxima verosimilitud (ML).....	49

I. INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill. (Lauraceae) es originario de las zonas altas del Centro y del Este de México, así como de las partes altas de Guatemala. En el mercado nacional e internacional la variedad que tiene más demanda es la ‘Hass’. En México en el 2013 se cosecharon 144,243 ha de aguacate, superficie que produjo 1.4 millones de ton, siendo Michoacán el principal estado productor con una aportación del 81.3 % de la producción total nacional. México es el primer productor a nivel mundial aportando una tercera parte de la producción total, además de ser el número uno en exportaciones (SIAP, 2014). El cultivo del aguacate es afectado por diversos factores como el clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua, fertilización. Sin embargo, las plagas y enfermedades representan una fuerte derrama económica, tanto en su prevención como su control, lo que se refleja al momento de la cosecha (CESAVEM, 2010).

Respecto a las plagas de importancia en el cultivo del aguacate, los trips empezaron a causar problemas en Michoacán, después de que en algunas regiones, los huertos de este cultivo se han establecido en zonas forestales (Johansen *et al.*, 1999). Las especies fitófagas obtienen su alimento penetrando con sus partes bucales picadoras chupadoras los tejidos vivos de brotes foliares y florales, así como los frutos jóvenes, al succionar el contenido celular, se rompen las células del tejido epidérmico lo que ocasiona áreas necróticas, las cuales pueden ser invadidas por microorganismos fitopatógenos. En altas densidades los trips pueden causar daños en hojas, flores y frutos: en hojas el enrollamiento y defoliación, en flores inhiben su fecundación y provocan su caída y cuando atacan a los frutos en etapa muy temprana, pueden llegar a causar cicatrices, malformaciones y caída de éstos (Ascención, 2000).

Con respecto al orden Thysanoptera, al cual pertenecen los trips, se han descrito a nivel mundial aproximadamente 5,000 especies. En México, el número de especies de trips identificadas es de alrededor de 608, que se distribuyen en todas las regiones fisiográficas del país, desde el nivel del mar hasta los 4,200 msnm (Johansen y Mojica, 2011). La diversidad de especies se refiere esencialmente al número de diferentes especies presentes en un área determinada (ecosistema, región, país, continente, etc.) y se conoce también como “riqueza de especies”. La medición más simple de la diversidad de especies se puede realizar al contar el número de especies de algún grupo taxonómico en un área determinada (Moreno, 2001).

Las mediciones de biodiversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. El concepto ecológico de diversidad posee dos componentes, riqueza (número de especies) y equitatividad (distribución de las abundancias relativas entre las especies). El índice de Shanon-Wiener mide ambos componentes de diversidad y considera que los individuos que se muestrean al azar, a partir de una población indefinidamente grande, en una población efectivamente infinita y todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001). Sin embargo, para el caso de trips la identificación a nivel de especies es difícil y se requiere de taxónomos especialistas en el grupo, además que la identificación se hace aún más difícil sin la presencia de ejemplares adultos, y de que en la recolecta, muchos ejemplares llegan a deteriorarse. Por lo anterior, la validez de algunas especies nuevas de trips recolectadas en mango y aguacate ha sido cuestionada por algunos especialistas, debido a que las designaciones de especies se hicieron de acuerdo a características morfológicas que exhiben alta variación intraespecífica (Rugman-Jones, *et al.*, 2006).

Las técnicas moleculares se han convertido en una herramienta potencial para realizar estudios de ADN a nivel individual. Estas herramientas proporcionan un método directo de medición y

cuantificación de la variación genética intra e interespecífica. En identificaciones moleculares de especies de trips se utilizan las regiones espaciadoras ITS1 e ITS2, así como el gen mitocondrial COI (Rugman-Jones *et al.*, 2006, Hoddle *et al.*, 2008b). El gen más utilizado para la reconstrucción filogenética entre taxones de la mayoría de los artrópodos es el citocromo oxidasa subunidad I (COI) (Daber *et al.*, 2010). Por lo antes expuesto, en el presente trabajo se determinó la diversidad, abundancia de las especies de trips presentes en huertos comerciales de aguacate ‘Hass’, además de llevar a cabo la identificación morfológica y molecular de las especies de trips.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo general

Determinar la diversidad y abundancia de especies de trips asociadas al cultivo de aguacate ‘Hass’ en cuatro municipios productores de Michoacán.

2.2 Objetivos particulares

Identificar morfológicamente las especies de trips.

Determinar la diversidad y abundancia de trips mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Identificar molecularmente las principales las especies de trips recolectadas.

2.3 Hipótesis

En huertos comerciales de aguacate ‘Hass’, existe un complejo de especies de trips fitófagas, de éstas, pocas son las que dominan. La identificación morfológica de las especies de trips es correcta y el estudio molecular es una herramienta útil para corroborar especies.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades del aguacate

El aguacate es un árbol perennifolio que pertenece a la familia Lauraceae. En la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies, la mayoría de las cuales se encuentra desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia*) hasta Chile (*Persea lingue*) (Téliz y Mora, 2007). El aguacate *Persea americana* Mill se conoce también con los nombres de Cupanda, Avocado, Cura, Palta, Pagua (COMA, 2012). El fruto es una baya de una semilla oval, de superficie lisa o rugosa, es de color verdoso y piel fina o gruesa; cuando está maduro, la pulpa tiene una consistencia como de mantequilla dura, es muy rico en proteínas y grasas (Cummings y Schroeder, 1942; Barrientos *et al.*, 1996)

3.2 Origen del aguacate

El nombre del aguacate proviene del apócope náhuatl “*ahuacacuauhitl*” que significa árbol de los testículos (*ahuacatl*-testículo y *cuauhitl*-árbol). Su origen tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México y partes altas de Guatemala. Esta misma región también es considerada como el área donde se llevó a cabo la domesticación del mismo (ASERCA 2002; Williams, 1977). Una serie de semillas encontradas en cuevas de Coxcatlán, en Tehuacán, Puebla, México; demuestran que el aguacate ya era cultivado 7000 a.c., probablemente en los arroyos cercanos (Smith, 1966). En el códice Florentino se muestran tres tipos de aguacate, que de acuerdo a su descripción podría tratarse de las tres razas reconocidas, por lo que las culturas antiguas contaban con buen conocimiento de este fruto y sus variedades (Barrientos y López, 1998).

México es uno de los países con amplia diversidad de tipos de aguacate y existen en el país al menos 20 diferentes especies relacionadas con el aguacate. En Michoacán, el cultivo del

aguacate se remonta a 70 años de historia, cuyo establecimiento y propagación fue explosivo y desordenado. En los años 60 la variedad que predominaba era ‘Fuerte’ y de 1979 en adelante se concentró la variedad ‘Hass’ (COMA, 2012).

3.3 Importancia económica del aguacate

La importancia del aguacate en el mercado internacional ha crecido sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica, para incorporarse en la dieta de personas de muchos países, intensificando así la explotación comercial de este cultivo (Téliz y Mora, 2007). México figura como primer productor de aguacate a nivel mundial con una producción en el 2012 de 1,316,104 ton, seguido de Indonesia, República Dominicana, Estados Unidos de América y Colombia (FAO, 2013). En México existen sembradas 168,114 ha, con un rendimiento aproximado de 10.18 ton/ha y un valor de producción de \$ 18 mil millones, siendo Michoacán el principal productor, seguido por Jalisco y el estado de México (SIAP, 2014) (Cuadro 1).

Dentro del estado de Michoacán el municipio de Tancítaro es el principal productor, seguido de Tacámbaro, Salvador Escalante, Périban y Uruapan (Cuadro 2).

Cuadro 1. Principales estados productores de aguacate en México en 2013

Estado	Michoacán	Jalisco	Edo. México	Nayarit	Morelos	Resto de los estados
Producción (Ton)	1,193,751.21	87,367.78	56,672.94	34,345.10	27,485.98	68,214.34
Por ciento	81.32	5.95	3.86	2.33	1.87	4.67
Rendimiento (Ton/ha)	10.59	9.83	11.66	8.54	8.11	10.18

SIAP, 2014

Cuadro 2. Principales municipios productores de aguacate en el estado de Michoacán en 2013

Municipio	Tancítaro	Tacámbaro	Salvador Escalante	Peribán	Uruapan
Producción (Ton)	206,628.25	159,624.00	139,843.64	136,158.00	135,430.00
Por ciento	17.30	13.37	11.71	11.40	11.34

SIAP, 2014

3.4 Razas de aguacate

El aguacate es nativo de América. El árbol se originó en Mesoamérica, que es la región alta de México y Guatemala. El aguacate incluye cuatro razas, la Mexicana y Guatemalteca cuyos nombres describen el origen. En cambio la raza Antillana probablemente se originó en el sur de México (Yucatán) o en Centroamérica (El Salvador y Nicaragua). Y la cuarta que de acuerdo con Ben-Ya'acov *et al.* (1995) es una raza de aguacate endémica de Costa Rica (var. *costaricensis*), a la cual se le conoce como “Aguacate de Monte”, la afirmación de dichos autores lo hacen basándose en los análisis de 5S ADNr que separan a estos tipos de aguacate de la raza Antillana y Guatemalteca, que son a los que más se parecen; además, mediante RADP también se determinó que son equidistantes genéticamente con las otras tres razas de aguacate.

La raza Mexicana tiene como principal ventaja la resistencia al frío, así como su alto contenido en aceite, el tamaño del fruto es variable con tendencia a pequeño; la raza Guatemalteca presenta una cáscara bastante gruesa si se compara con las otras tres razas, lo que le permite resistencia al fruto durante el transporte; sin embargo, como está formada por tejidos esclerificados son bastante duros y no permite saber con el tacto si los frutos ya están en estado de madurez para consumo. Otra característica favorable de la raza Guatemalteca es el tamaño pequeño y forma redonda de la semilla en varios individuos. La raza Antillana se adapta a clima

tropical y como portainjerto es más tolerante a la salinidad, también tiene el tiempo de desarrollo de flor a fruto bastante corto. La raza Costaricensis solo se sabe que se adapta a condiciones subtropicales y no se le conocen otros caracteres de interés (Barrientos y López, 1998; SAGARPA, 2011).

Los Estados Unidos de América tienen han influido de manera importante en la historia del aguacate moderno. El aguacate 'Fuerte' proveniente de Atlixco, Puebla, México, se plantó junto con otras colecciones en California; sólo este árbol sobrevivió a una fuerte helada en 1913 y por eso se le dio el nombre de 'Fuerte'. Esta variedad creó la industria del aguacate en California. Años más tarde, al final de la década de 1920, la variedad 'Hass' fue la más popular en California y en el mundo, se seleccionó por casualidad de un grupo de plántulas para injertar y establecer una plantación por el Sr. Rudolph Hass. Uno de los portainjertos atrajo la atención por su calidad y producción y el Sr. Hass la patentó en 1935. Estos dos cultivares 'Fuerte' y 'Hass' son las bases fundamentales de la industria del aguacate en el mundo (Téliz y Mora, 2007; ICA, 2012).

3.5 Problemas fitosanitarios del aguacate

Los problemas fitosanitarios del aguacate se dividen en dos tipos: los de importancia económica y los cuarentenarios. Los de importancia económica son los que se encuentran distribuidos en todas las zonas aguacateras como la roña, antracnosis, trips, araña roja, plantas parásitas, entre otras, que disminuyen la calidad de la fruta y que afectan al productor (CESAVEM, 2010). Las cuarentenarias son plagas que limitan la movilización y comercialización de la fruta, la cual está sujeta a un estricto control, con base a la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate (CESAVEG, 2008).

En México las plagas reglamentadas del aguacate son el barrenador de ramas del aguacatero *Copturus aguacatae* (Kissinger), el barrenador pequeño del hueso del aguacate *Conotrachelus perseae* (Barber) y *C. aguacatae* (Barber), el barrenador grande del hueso del aguacate *Heilipus lauri* (Boheman) y la palomilla barrenadora del hueso *Stenomoma catenifer* (Walsingham), las cuales fueron la causa que originó la implementación de la cuarentena impuesta por el gobierno de Estados Unidos de América en 1912 al aguacate mexicano (SENASICA, 2014).

3.6 Importancia de los trips

Los trips adultos y las larvas dañan las plantas debido a que succionan la savia y también, porque algunas especies son vectores de tospovirus. Las especies fitófagas de trips succionan el contenido celular de los tejidos vivos de las plantas, con sus partes bucales picadoras chupadoras, por lo que, la ruptura de las células del tejido epidérmico provocan áreas necróticas, causando daños principalmente cuando se alimentan de frutos en estado recién amarrados o de tamaño “cerillo” o “canica”, en los cuales provocan deformaciones en la superficie del pericarpio en forma de protuberancias o crestas, deformaciones que son más evidentes en los frutos maduros. Las heridas en los frutos favorecen la aparición de enfermedades como la roña del fruto *Sphaceloma perseae* Jenkins. (Ascensión *et al.* 1999; González *et al.* 2007).

3.6.1 Características de los trips

Las larvas y adultos presentan partes bucales asimétricas, en la que la mandíbula derecha no está desarrollada más allá del esclerito basal. El nombre ordinal “Thysanoptera” que es el orden al que pertenecen, se deriva de unas palabras griegas que significan “alas con fleco” y se refiere a las alas estrechas que poseen los trips adultos, aunque muchos de éstos carecen de alas. En alemán el nombre común “Blassenfüße”, se refiere a que el tarso de los trips carece de la uña

típica, la cual sí está presente en los demás insectos. En su lugar lleva un arolio reversible adhesivo (Goldarazena, s.f).

Los trips son uno de los grupos de insectos alados más pequeños pues miden entre 0.5 y 13 mm. El cuerpo es alargado, casi cilíndrico, de coloración variable entre el negro y el amarillo pálido, pasando por distintas tonalidades de castaño. Los adultos pueden ser alados o ápteros. Las alas son largas, estrechas con sedas o cilios largos en los bordes. Tienen la cabeza asimétrica, de base cuadrangular y terminada en un cono. Presentan aparato bucal picador-chupador, con importantes adaptaciones según el tipo de alimentación (Lacasa y Lloréns, 1996). Antenas formadas por 6 a 9 artejos, con elementos sensoriales diferenciados. El tórax presenta el protórax diferenciado y con autonomía en los movimientos en relación a los otros dos segmentos. Las patas son cortas, terminan en uno o dos tarsos con un arolio en forma de vesícula, retráctil, que sirve como órgano de adherencia. El abdomen está formado por 11 segmentos, aunque el último está reducido a un pequeño esclerito. El extremo es cónico en las especies del suborden Terebrantia, y en forma de tubo, el último segmento en las del suborden Tubulifera (Mound y Marullo, 1996). Los trips tienen especies fitófagas, depredadoras, polinizadoras y micófagas (Mound y Teulon, 1995) y parasitoides (Johansen y Mujica, 1996).

3.6.3 Biología de los trips

Los trips del Suborden Terebrantia presentan seis etapas en su desarrollo: huevo, dos estadios larvales, prepupa, pupa y adulto. En los del Suborden Tubulifera son siete etapas: huevo, dos larvales, primipupa, prepupa, pupa y adulto. Las hembras de los Terebrantia tienen un ovipositor falciforme que les permite incrustar los huevos en el tejido vegetal; mientras que las de los Tubulifera las depositan sobre el sustrato al carecer de ovipositor. El huevo es oval y alargado u oblongo, adoptando diferentes formas según las especies. En los Terebrantia tiene la superficie

del corión lisa y es generalmente reniforme; en cambio en los Tubulifera son elipsoidales, más o menos alargados y en algunos casos con una prominencia en el polo. En ocasiones tienen la superficie de corion con reticulaciones (Lacasa y Lloréns, 1996; Bournier, 1983).

Los estados larvarios son parecidos a los adultos, pero carecen de paquetes de alares y ocelos. Su coloración es muy variable; en general en los Terebrantia predomina el color blanco o los tenues, mientras en los Tubulifera son frecuentes los amarillos, anaranjados o rojizos (Lacasa y Lloréns, 1996).

3.6.4 Tipos de reproducción

Es raro encontrar poblaciones de trips con proporciones de hembras y machos equilibradas, correspondiente a una reproducción bisexuada. En la mayor parte de las especies con este tipo de reproducción, la longevidad de las hembras es mayor que la de los machos. Los trips también presentan reproducción partenogénica de diversos tipos (Lewis, 1973). La partenogénesis puede ser telitoca, con descendencia exclusiva de hembras, en este caso no se conoce el macho o éstos son extraordinariamente raros, perpetuándose la especie por las hembras no fecundadas; en raras ocasiones es arrenotoca, con descendencia exclusiva de machos, ya que las hembras no fecundadas ponen huevos que dan lugar a machos haploides (Moritz, 1997).

3.6.5 Manejo

Prácticas culturales. Es recomendable mantener bien nutrida a la planta para obtener mejores cosechas, sin embargo, esta condición favorece la presencia del insecto. Se recomienda realizar monitoreos permanentes, sacudir flores o follaje de la planta sobre una superficie de color claro que permita determinar la presencia de trips para realizar los conteos. Cuando haya una alta infestación, incrementar la humedad relativa; realizar un control oportuno y adecuado

de las malezas dentro del huerto y alrededor de éste, podar las ramas o estructuras dañadas por trips (Coria, 2009; ICA, 2012).

Control químico. Esta sigue siendo la principal estrategia para el combate de plagas, principalmente porque el mercado de exportación hacia E.U.A es el más atractivo, ya que no acepta frutas con síntomas del ataque de insecto y los insecticidas sintéticos presentan mayor impacto sobre las poblaciones de las plagas. Sin embargo, se deben aplicar insecticidas específicos para el control de plagas específicas, con ello elaborar un plan de aplicaciones donde se utilicen diferentes ingredientes activos, siguiendo las recomendaciones del asistente técnico y de la etiqueta del producto, además de considerar los umbrales de acción recomendados para estas plagas para cada región. Al respecto se debe consultar la lista de productos autorizados por la Dirección General de Sanidad Vegetal en el cultivo de aguacate y de los recomendados por el APEAM (Coria, 2009; ICA, 2012).

Enemigos naturales. En México se han reportado una gran diversidad de organismos que atacan a las poblaciones de trips y a otras plagas del aguacate. Algunos parasitoides que impactan de manera importante sobre huevos de trips son las avispas *Megaphragma mymaripenne* y *Triponius semiluteus*, esta última está disponible comercialmente. Existen también cinco especies depredadoras de trips que son *Franklinothrips vespiformis*, *F. lineatus* y *F. orizabensis*; *Watsoniella flavipes* y *Leptothrips mali*. Además de las anteriores, se ha observado impacto sobre la plaga por los depredadores conocidos como “chinche pirata” del género *Orius* y por “crisopas” como *Chrysoperla rufilabris* y *C. carnea*. En México se han encontrado de manera natural en los huertos de aguacate a los depredadores *Aeolothrips mexicanus*, *F. vespiformis* y *Leptothrips mcconnelli* (Coria, 2009).

3.7 Diversidad y abundancia de especies

La diversidad biológica o biodiversidad es la propiedad que posee un conjunto de objetos de ser diferentes y no idénticos, cada uno de ellos difiere de los demás en una o más características. Aplicado a los seres vivos, hace referencia a que cada uno es singular, que no hay dos organismos que sean iguales (Halffter *et al.*, 1999). Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, Whittaker (1960) propuso la idea de separar la diversidad en tres componentes: *alfa*, *beta* y *gamma*. La diversidad *alfa* es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea; la diversidad *beta* es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad *gamma* es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades *alfa* como de las diversidades *beta* (Whittaker, 1972).

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (*alfa*). En función de la variable biológica que miden, estos métodos se pueden agrupar en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, cobertura, productividad, etc.) (Moreno, 2001).

3.7.1 Índice de diversidad de Shanon-Wiener

El índice de Shanon-Wiener es uno de los más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (Shanon y Weaver, 1949). Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad

sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

3.8 Uso del gen mitocondrial

El DNA mitocondrial (mtDNA) es un material genético circular cerrado de doble cadena que se localiza en el interior de las mitocondrias celulares. El mtDNA contiene información de 37 genes: 2rRNA (12S y 16S), 22tRNA y 13 genes estructurales, los cuales codifican diferentes subunidades de los complejos enzimáticos del sistema de fosforilación oxidativa (Fernández, 2000). El mtDNA representa solo una pequeña porción del tamaño del genoma de un organismo. En 2003 el fragmento mitocondrial COI fue elegido como una herramienta estandarizada para taxonomía molecular e identificación de especies (Hebert, *et al* 2013). Se ha adoptado este marcador molecular porque es relativamente fácil de amplificar, contiene fuertes regiones conservadas y; es altamente variable debido a su elevada tasa de mutación (Galtier *et al.*, 2009).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Recolección de especímenes de trips

La recolección de trips se realizó en huertos comerciales de aguacate ‘Hass’ certificados para exportación, en los municipios de Ario de Rosales, Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Uruapan, Michoacán (Figura 1).

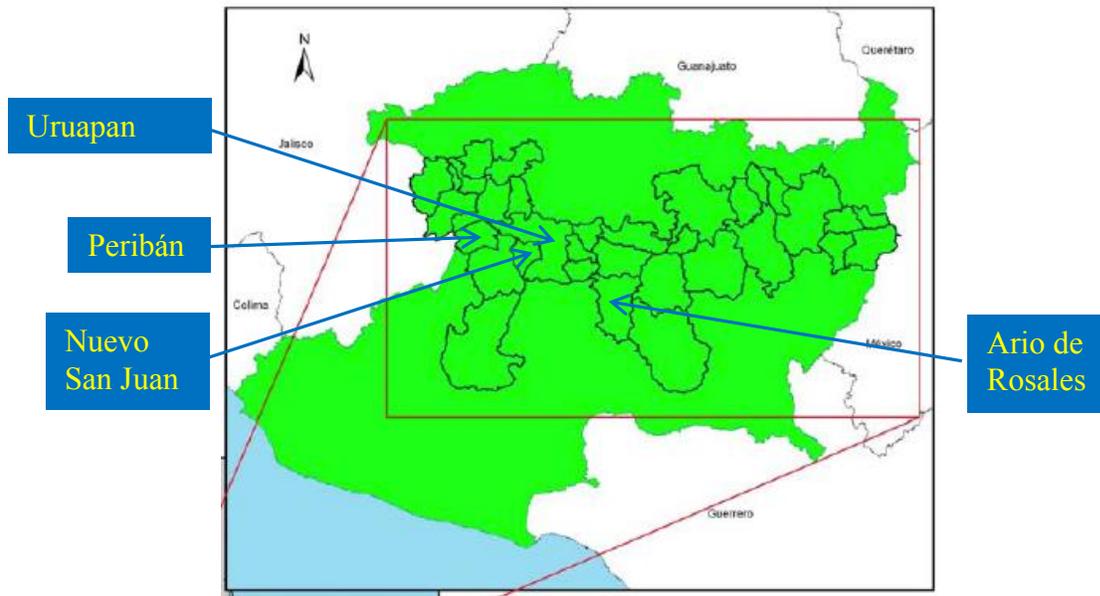


Figura 1. Municipios de Michoacán donde se realizaron los muestreos de trips.

Los muestreos se realizaron de agosto de 2013 a marzo de 2014. De cada uno de los 11 huertos designados para los muestreos (Cuadro 3), se seleccionaron 10 árboles mediante un recorrido en zigzag. De cada árbol se eligieron cuatro brotes foliares (uno por cada punto cardinal) de la parte baja del árbol (localizados de 1.0 a 1.5 m del suelo). Los brotes se asperjaron, con una solución de agua y suavizante de ropa en proporción 10:1 mediante un atomizador de 1 L de capacidad sobre un recipiente de plástico transparente de 40 x 40 cm. El líquido retenido se filtró sobre una tela de organza de la que se recolectaron los trips con un pincel. Cada muestra

de trips por árbol se colocó en tubos tipo Eppendorf de 1.5 ml con alcohol al 96% y se mantuvieron a -20 °C hasta su procesamiento para el análisis molecular y montaje en portaobjetos para su determinación morfológica.

Cuadro 3. Nombre de los huertos de aguacate ‘Hass’ y localidades donde se realizó la recolecta de trips.

Huerto	Localidad	Municipio	Altitud msnm	Coordenadas	No de muestras	
					Rec.	Id.
Puerto 2	Cerro Viejo	Ario de Rosales	2131 m	N19.23983° W101.70475°	6	2
Arandín	Arandín	Nuevo Parangaricutiro	1859 m	N19.40666° W102.11373°	2	2
La Sota 5	La Sota	Nuevo Parangaricutiro	1974 m	N19.42686° W102.14460°	20	18
La Lomita	Milpillas	Nuevo Parangaricutiro	2056 m	N19.41726° W102.15677°	20	14
Cerritos	Los Cerritos	Peribán	1544 m	N19.53296° W102.43185°	4	3
Jahuiques	Los Pinos	Peribán	1563 m	N19.53861° W102.42258°	14	14
Agua Fría	Agua Fría	Peribán	1612 m	N19.54089° W102.40934°	30	19
Quintana 2	Copetiro	Peribán	1874 m	N 19.45655° W102.44106°	4	3
El Salto 2	Matangarán	Uruapan	1554 m	N19.33080° W102.09580°	20	15
Sesangari	Jicalán	Uruapan	1803 m	N19.40605° W102.1007°	4	3
Mesa Grande	Toreo El Alto	Uruapan	1844 m	N19.43881° W101.99278°	10	8

Rec: total de muestras recolectadas durante todo el muestreo

Id: muestras identificadas de las muestras recolectadas

4.2 Identificación morfológica de trips

La identificación morfológica fue con base en adultos montados en Bálsamo de Canada, se recolectaron un total de 136 muestras, pero se identificaron unicamente 101 de los 11 huertos muestreados (cuadro 3). Para el montaje, los especímenes fueron sometidos a una deshidratación con alcohol al 100 % por 15 min, posteriormente se aclararon de 3 a 5 min con xileno absoluto-alcohol + aceite de clavo (40:1) y se montaron en Bálsamo de Canadá sobre un portaobjetos. Los trips recuperados de la extracción de ADN se identificaron y se sumaron a los resultados de identificación morfológica. La determinación específica de los trips la realizó el Dr. Roberto M. Johansen Naime, especialista de Thysanoptera del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F, usando las claves de: Thrips de América Central y Sur América realizadas por Mound y Marullo (1996); el Género *Scirtothrips* Shull, 1909 (Thysanoptera: Thripidae, Sericothripinae) en México por Johansen y Mojica (1998). Todo el material identificado se depositó en la colección del Instituto de Biología de la UNAM.

4.3 Determinación de la diversidad y abundancia de trips

Para conocer el índice de diversidad de las especies determinadas se utilizó la fórmula de Shanon-Wiener considerando el total de ejemplares determinados morfológicamente (incluyendo ejemplares que no entraban dentro de la descripción completa para especies); para lo cual se obtuvo la proporción del total correspondiente para cada especie diferente y se contó el número de especies diferentes.

Fórmula de Shanon-Weaner:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

S= número de especies

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i) n_i/N

N_i = número de individuos de la especie i

N= número de todos los individuos de todas las especies

4.4 Identificación molecular de las especies de trips recolectadas

4.4.1. Extracción de ADN, amplificación y secuenciación

La extracción total del ADN se obtuvo individualmente de cada trips usando el kit DNeasy Blood & Tissue (Qiagen®). Con la ayuda de un microscopio estereoscopio se obtuvieron por lo menos dos especímenes de cada especie más abundante, antes de que éstos fueran procesados y montados en bálsamo de Canadá, cada trips se dejó por 5 min a temperatura ambiente para que se evaporara el alcohol, posteriormente fue pinchado en el abdomen con una microaguja estéril, de acuerdo con la metodología sugerida por Rugman-Jones *et al.* (2006). La extracción de DNA se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante, sólo con la modificación del periodo de incubación de 1 h por 18 h a 60 °C.

Para la amplificación de gen Citocromo oxidasa I (COI), se usó el par de primers LCO1490 (5'-GGT CAA ATC ATA AAG ATA TTG G-3') y HCO2198 (5'-TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA-3') (Folmer *et al.*, 1994) y señalado como código de barras biológico (Hebert *et al.*, 2002). La PCR se realizó en una reacción de 20 µl, que contenía 2 µl de templado de ADN (concentración no determinada), 2 µl de buffer 10 X (Qiagen®), 1.25 mM de MgCl₂ (Qiagen®), 0.2 mM de dNTP's (Qiagen®), 0.3 mM de los oligonucleótidos y 0.5 U de *Taq* polimerasa (Qiagen®), ajustando el volumen con agua grado PCR. La amplificación se realizó

en un termociclador MyCycler™ (BIO-RAD Laboratories Inc., Hercules CA, USA). Con el siguiente programa: un ciclo inicial de desnaturalización de 1 min a 94 °C; cuatro ciclos de 30 s a 94 °C, 1 min 30 s a 45 °C y 1 min a 72 °C; 35 ciclos de 30 s a 94 °C, 1 min 30 s a 51 °C y 1 min a 72 °C; y una extensión final de 5 min a 72 °C. Los productos obtenidos se visualizaron en un gel de agarosa (IBI scientific®) al 1 % en buffer TAE 1X el cual se tiñó con bromuro de etidio. Los productos de PCR que amplificaron el fragmento esperado, se enviaron a la compañía Macrogen Inc. en Corea del Sur, donde se purificaron y secuenciaron en ambas direcciones.

4.4.2 Análisis de datos

Las secuencias fueron editadas y ensambladas con el programa BIOEDIT 7.2.0 (Hall 1990). Los alineamientos múltiples se realizaron en Clustal W implementado en MEGA 6.06 (Tamura *et al.*, 2013). De cada una de las especies identificadas se realizó una búsqueda de secuencias similares en el NCBI con Blast (Altschul *et al.*, 1990), de esta búsqueda se obtuvieron secuencias con la mayor similitud publicadas en esta base de datos para usarlas como comparación en el análisis filogenético. Con el total de secuencias obtenido se realizó la prueba de modelos de sustitución de nucleótidos, el método que resultó ser el mejor fue el General Tiempo Reversible con distribución Gamma (0.8) y sitios invariables (0.40) (GTR+G+I) con base en el criterio B. La reconstrucción filogenética para el total de secuencias se realizó por el método de máxima verosimilitud. Una vez analizado el total de secuencias obtenidas, se realizó análisis filogenético separando las secuencias en tres grupos, del género *Scirtothrips*, *Frankliniella* y el resto de las secuencias. Para analizar las del género *Scirtothrips* se realizó la prueba de modelos para este grupo, el mejor modelo que resultó fue Tamura 3-parámetros con sitios invariables (0.22) (T92+I), se usó como grupo externo una secuencia de *Thrips palmi*

(gi146272179); para el grupo de secuencias de *Frankliniella* el mejor modelo fue el General tiempo reversible con distribución gamma (0.29) y sitios invariables (0.13) (GTR+G+I), se usó como grupo externo la secuencia de *Thrips tabaci* (gi139001340), el mejor modelo para el resto de las secuencias fue Tamura 3-parámetros con sitios invariables (0.0.42) (T92+I), se usó como grupo externo una secuencia de *Psocoptera* (gi321135304). La reconstrucción filogenética para cada uno de los tres grupos de secuencias se obtuvo mediante tres métodos: máxima verosimilitud (ML), máxima parsimonia (MP) y neighbor-joining (NJ). Todos los análisis de reconstrucción filogenética se realizaron en el programa Mega versión 6.06. El nivel de confianza de las ramas para todos los análisis fue estimado mediante bootstrap con 1000 repeticiones (Felsenstein, 1985).

V. RESULTADOS

5.1 Identificación morfológica

De los 11 huertos de aguacate ‘Hass’ muestreados en el estado de Michoacan en 2013-2014, se determinaron morfológicamente 1,240 ejemplares de trips adultos, de los cuales, 929 fueron hembras y 311 fueron machos. Los huertos donde se obtuvo el mayor porcentaje de trips procesados fueron: Agua Fría del municipio de Peribán (24.35 %), El Salto 2 en Uruapan (22.67 %), Los Pinos en Peribán (20.67%) y el huerto La Lomita, del municipio de Nuevo Parangaricutiro (17.54 %). El resto de los huertos tuvieron porcentajes más bajos en el número de trips determinados, como La Sota 5 en Nuevo Parangaricutiro (7.5 %), Toreo el Alto en Uruapan (3.28 %), Arandín en Nuevo Parangaricutiro (1.12 %), Sesangari en Uruapan (0.96 %), Quintana 2 (0.88 %) y Cerritos en Peribán (0.48 %) y Puerto 2 en el municipio de Ario de Rosales (0.48 %).

Del material examinado se determinaron 40 especies de siete géneros de trips, de los cuales seis géneros pertenecen a la familia Thripidae del suborden Terebrantia y uno de Phlaeothripidae del suborden Tubulifera (Cuadro 4), la única especie depredadora fue *Leptothrips mcconnelli*. Los géneros con mayor número de individuos identificados fueron *Scirtothrips*, *Frankliniella* y *Neohydatothrips*.

5.1.1 Especies del género *Scirtothrips*

Se identificaron 13 especies del género *Scirtothrips* ya descritas para la ciencia, pero algunos ejemplares, no corresponden completamente a las descripciones de las especies, ya que estos especímenes presentaron variación en el acomodo de sedas pronotales y que son vitales para su descripción a especie, por lo que se agruparon en cinco grupos para fines de determinación morfológica; cuatro de ellas no presentan las sedas anteromarginales y se nombraron de acuerdo a la especie que más se acercaban, quedando como *Scirtothrips* sin am cf *perseae*, *S.* sin am cf *kupandae*, *Scirtothrips* sin am cf *willihennigi*, *Scirtothrips* sin am cf *danieltelizi* y un quinto ejemplar que presentó glabro como *Scirtothrips* spn glabro. Las especies más abundantes de este género fueron *S. perseae* Nakahara, *S. kupandae* Johansen & Mojica y *S. silvicola* Johansen & Mojica (Cuadro 4).

5.1.2 Especies del género *Frankliniella*

Del material examinado se determinaron 15 especies del género *Frankliniella*. Las especies más frecuente fueron *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. difficilis* Hood y *F. gardeniae* Moulton (Cuadro 4).

5.1.3 Especies del género *Neohydatothrips*

De éste género se identificaron dos especies *Neohydatothrips signifer* Priesner y *N. gracilipes*, de las cuales, la primera fue de las más abundantes en los muestreos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies y número de individuos de trips recolectadas en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán (2013-2014).

Especie	No. de especímenes de trips	Especie	No. de especímenes de trips
<i>Scirtothrips perseae</i> Nakahara	458	<i>F. gardeniae</i> Moulton	47
<i>S. kupandae</i> Johansen & Mojica	197	<i>F. minor</i> Moulton	24
<i>S. silvícola</i> Johansen & Mojica	107	<i>F. bruneri</i> Watson	24
<i>S. zacualtipanensis</i> Johansen & Mojica	42	<i>F. borinquen</i> Hood	10
<i>S. sin am cf perseae</i>	27	<i>F. brunnescens</i> Priesner	8
<i>S. sin am cf kupandae</i>	16	<i>F. brunnea</i> Priesner	2
<i>S. bisbravae</i>	5	<i>F. sp. nov. vespa</i>	2
<i>S. mangofrequentis</i> Johansen & Mojica	5	<i>F. rostrata</i> (Priesner)	2
<i>S. willihennigi</i> Johansen & Mojica	4	<i>F. bispinosa</i> (Morgan)	1
<i>S. danieltelizi</i> Johansen & Mojica	3	<i>F. fortissima</i> Priesner	1
<i>S. sin am cf willihennigi</i>	2	<i>F. celata</i> Priesner	1
<i>S. chamelaensis</i> Johansen & Mojica	2	<i>F. cephalica</i> (D.L. Crawford)	1
<i>S. hectorgonzalezi</i> Johansen & Mojica	1	<i>F. exigua</i> Hood	1
<i>S. mangoaffinis</i> Johansen	1	<i>Neohydatothrips signifer</i> Priesner	126
<i>S. sin am cf danieltelizi</i>	1	<i>N. gracilipes</i> Hood	6
<i>S. tacambarensis</i> Johansen & Mojica	1	<i>Leptothrips mcconnelli</i> (D.L. Crawford)	2
<i>S. longipennis</i> Bagnall	1	<i>Leucothrips furcatus</i> Hood	3
<i>S. spn glabro</i>	1	<i>Arorathrips mexicanus</i> (D.L. Crawford)	1
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	51	<i>Caliothrips phaseoli</i> Hood	1
<i>F. difficilis</i> Hood	51	<i>C. marginipennis</i> (Hood)	1

5.1.4 Especies fitófagas y depredadoras de otros géneros

Dentro de la colecta también se encontraron especies de trips fitófagas y depredadoras, aunque en bajas densidades. Las especies fitófagas fueron *Leucothrips furcatus* Hood, *Arorathrips mexicanus* (D.L. Crawford), *Caliothrips phaseoli* Hood, *Caliothrips marginipennis* (Hood). La única especie depredadora fue *Leptothrips mcconnelli* (D.L Crawford) (Cuadro 4).

5.2 Descripción de las especies encontradas en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán

***Scirtothrips perseae* Nakahara, 1997 (Figura 2A)**

Originalmente descrita de *Perseae americana* Mill., en California, Estados Unidos de América y ha sido descrita por Nakahara (1997) como el trips del aguacate. Ambos sexos de esta especie son alados. Hembra: Cuerpo principalmente amarillo, cresta antecostal de tergitos y esternitos marrón claro, tergitos III-VII con áreas sombreadas emparejadas anterolateralmente, segmento antenal I blanco, II-VIII marrón claro, seda mayor marrón claro, alas anteriores débilmente sombreadas, clavus oscuro. Cabeza más ancha que larga, región ocelar con líneas débiles y muy espaciadas; región postocular con líneas esculpidas muy próximas entre sí; con 3 pares de sedas ocelares presentes, el III par dentro del triángulo ocelar por debajo del ocelo anterior. Antena de 8 segmentos; segmentos III-IV con bifurcación del sensorio robusta. Pronoto con líneas esculpidas estrechamente espaciadas; margen posterior con 4 pares de sedas. Metanoto con líneas esculpidas paralelas medialmente, pero divergentes cerca del margen posterior; con seda media detrás del margen posterior; sensila campaniforme ausente. Primer vena del ala anterior con 3-4 sedas en la mitad distal y segunda vena con 3 sedas muy espaciadas; cilios posteromarginales ondulados. Tergitos abdominales III-VI muy juntos y con seda media pequeña; terguitos II-VIII con tercios laterales cubiertos en filas de finas microtriquias, estas

áreas de microtriquias con 3 sedas discales y margen posterior con un peine; tergito VIII con peine completo, con microtriquias discal medialmente; tergito IX sin microtriquia discal. Esternitos sin sedas discales; hileras de microtriquias presentes lateralmente y margen posterior sin peine de microtriquias. Macho más pequeño que la hembra; ángulos posteriores del tergito IX con un par de drepanae robusto oscuro que se extiende a través del segmento X; esternito sin placa poro (Hoddle *et al.*, 2012).

***Scirtothrips kupandae* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2B)**

Hembra: Cuerpo amarillo claro, sin abundante pigmentación amarilla subhipodermal. Coloración de los segmentos antenales, con el I amarillo-blancuzco; II castaño-amarillento; III castaño oscuro, con pedicelo blanco; IV-V castaño claro, cada uno con anillo subbasal blanco; VI-VIII castaño oscuro. Alas anteriores amarillentas, escamas castaño oscuro; alas posteriores amarillo-blancuzcas. Medias lunas ocelares rojo carmesí. Sedas del cuerpo marrón.

Morfología: Dorso de la cabeza, más amplio que el largo de los ojos y ligeramente más estrechada hacia la base; área ocelar lisa. Ojos compuestos en vista dorsal de 0.70 mm de longitud. Quetotaxia: sedas antecelares (par I-II) forman una línea recta, las del par I un poco más cortas que las interocelares (par III). Segmento antenal típico. Cono bucal proyectado hacia la parte media anterior del prosternon. Pronoto en la parte media es más amplio que largo. Escudo metanotal, con el par medio de sedas desplazadas hacia abajo. Alas anteriores con cilios marginales ondulados. Macho: Similar a la hembra pero más pequeño. Tergito IX con drepanae lateral, ligeramente curvo (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips silvicola* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2C)**

Hembra: cuerpo color amarillo, con abundante pigmento subhipodermal anaranjado. Segmentos antenales: I-II amarillo; III ligeramente castaño, con pedicelo blanco; IV-V ligeramente castaño, cada uno con un anillo subbasal claro; VI-VIII ligeramente castaño. Alas anteriores y posteriores blanco-amarillos. Crescentes ocelares rojos. Sedas del cuerpo color castaño.

Morfología: cabeza en aspecto dorsal más amplia que el largo de los ojos y estrecha hacia la base; área ocelar casi lisa. Quetotaxia: sedas anteocelares (par I-II) más pequeñas que las interocelares (par III), éstas son más largas que el diámetro ocelar. Segmento antenal típico. Cono bucal proyectado en parte media anterior de prosterno. Pronoto más amplio que largo; seda posteromarginal ii muy robusta y larga, tres veces más larga que i y iii. Escudo metanotal con par de sedas medias en el margen anterior y con reticulación poligonal alargada para el centro (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips zacualtipanensis* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2D)**

Hembra: cuerpo de color amarillo claro, con abundante pigmento subhipodermal anaranjado, excepto en los tarsos, que son amarillo blancuzcos. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II castaño amarillento; III amarillo; IV amarillo, castaño-grisáceo en ápice; V gris amarillento, con pedicelo gris; VI-VIII gris amarillento. Alas anteriores: amarillo-blancuzcas, con venas anaranjadas; alas posteriores blanquecinas con una vena longitudinal media castaño oscuro. Creciente ocelar anaranjado. Sedas del cuerpo castaño oscuro.

Morfología: vista dorsal de la cabeza más amplia que el largo de los ojos, casi subrectangular; área ocelar con estrías. Quetotaxia: seda anteocelar (par I) más pequeña que el anteocelar lateral (par II) más corta que el diámetro ocelar; sedas interocelares (par III) más largas que el diámetro

ocelar. Segmentos antenales típicos. Cono bucal proyectado hacia margen posterior de prosterno. Parte media del pronoto más larga que amplia. Escudo metanotal con polígonos equiangulares, seguidos por polígonos alargados hacia el centro; par medio de sedas desplazados hacia abajo. Alas anteriores con cilio marginal ondulado (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips mangofrequentis* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2E)**

Hembra: cuerpo color amarillo, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II amarillo; III amarillo en un tercio basal, el resto castaño; IV-V castaño oscuro, cada uno con un anillo subbasal blanco; VI-VIII castaño oscuro. Alas anteriores amarillas y blancuzcas en el ápice, con venas amarillas; alas posteriores amarillas-blancuzcas. Creciente ocelar anaranjado claro, sedas del cuerpo color castaño.

Morfología: cabeza en vista dorsal, más amplia que el largo de los ojos; gena sinuosa; área ocelar con estría. Quetotaxia: seda anteocelar (par I-II) e interocelares (par III) un poco más corto en longitud, más pequeño que el diámetro de ocelar anterior; postoculares i y ii más largo que el diámetro de ocelar anterior. Segmentos antenales típicos. Cono bucal proyectado hacia el margen posterior del prosternon. Pronoto más amplio que largo. Tercio anterior del escudo metanotal es casi liso, seguido de polígonos equiangulares grandes en el centro, los cuales llegan a ser alargados y forman un triángulo basal; par medio de sedas cerca de margen anterior del mesonoto (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips willihennigi* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2K)**

Hembra: cuerpo con color amarillo, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II amarillo; III amarillo en un tercio basal, el resto castaño

oscuro; IV castaño en tres cuartos basal y con un anillo subbasal blanco y castaño oscuro en el cuarto apical; V ligeramente castaño en media basal y con un anillo subbasal blanco; VI-VIII castaño oscuro. Alas anteriores amarillas que se vuelven blancas hacia el ápice, escama castaño oscuro, más ligero en el ápice; alas posteriores amarilla-blancuzcas, con una veta media longitudinal castaño oscuro, en dos tercios basales. Crescentes ocelares amarillo. Sedas del cuerpo color castaño.

Morfología: cabeza en vista dorsal más amplia que el largo de los ojos; genas convexas; área ocelar con estrías. Quetotaxia: sedas anteoelares (par I) más pequeñas que los laterales (par II), interocelares (par III) y postoculares i-iii son más cortas que el diámetro ocelar. Segmentos antenales típicos. Cono bucal proyectado hacia tres cuartas partes del prosterno. Parte media del pronoto más amplio que largo. Escudo metanotal con el cuarto anterior casi liso, seguido por polígonos equiangulares, los cuales se hacen más grandes y largos en la mitad posterior y son más grandes y transversales en la base: par de sedas medias cercanas al margen anterior del mesonoto. Primer vena de alas anteriores con tres sedas en parte media apical; cilios marginal ondulados (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips danieltelizi* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2F)**

Hembra: cuerpo amarillo, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II castaño claro; III castaño obscuro, más tenue en el extremo basal; IV-V castaño obscuro, cada uno con un anillo subbasal blanco; VI-VIII castaño obscuro. Alas anteriores amarillas, escama castaño; alas posteriores amarillo-blancuzcas. Medias lunas ocelares anaranjadas. Sedas del cuerpo amarillas.

Morfología: cabeza en vista dorsal, más ancha que larga a nivel de los ojos; genas ligeramente sinuosas, más estrechas en la base; área ocelar con estrías. Quetotaxia: sedas antecelares (par I-II) e interocelares (par III) más pequeñas que el diámetro de ocelar anterior. Cono bucal proyectado a tres cuartas partes del prosternon. Parte media del pronoto más amplio que largo. Pterotórax, metanoto y escudo metanotal, con reticulación transversa en el cuarto anterior, seguido por grandes polígonos equiangulares que llegan a ser alargados en el centro y en la base; par de sedas medias cercanas al margen anterior del metanoto. Alas anteriores con primera vena con tres sedas en la mitad apical; cilios marginales ondulados. Macho: similar a la hembra pero más pequeño y con abdomen delgado, tergito IX con drepanae a cada lado (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips chamelaensis* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2G)**

Hembra: cuerpo color amarillo claro, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; castaño-amarillento; III basalmente amarillento, el resto castaño grisáceo oscuro; IV castaño grisáceo claro, con un anillo subbasal blanco; V-VIII castaño grisáceo. Alas anteriores ligeramente castaño-amarillentas, blancas en el ápice, escama castaño-oscuro, con una banda subbasal transversal clara; alas anteriores blanquecinas, con una vena longitudinal media castaño oscura. Crecientes ocelares anaranjadas. Sedas del cuerpo color castaño oscuro.

Morfología: cabeza en aspecto dorsal, más amplia que el largo de los ojos, genas más estrechas hacia la base; área ocelar con estriado confluyente transversal. Quetotaxia: sedas antecelares (par I-II) e interocelares (par III) más largas que el ocelo. Cono bucal proyectado hacia margen posterior de prosterno. Pronoto más amplio que largo. Mesonoto oblongo, con el par de sedas anterior al frente del par posterior. Metanoto con reticulación poligonal equiangular en tercio

anterior y que se alargan hacia el centro; par de sedas medias cercanas al margen anterior del metanoto. Alas anteriores con cilios posteromarginales ondulados. Macho: similar a la hembra pero más pequeño. Tergito IX con drepanae lateral fuerte (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips hectorgonzalezi* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2H)**

Hembra: cuerpo, coloración amarilla, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II amarillo; III amarillo en un tercio basal, el resto de éste ligeramente castaño; IV ligeramente castaño en dos tercios basales, ancho de anillo subbasal blanco, castaño oscuro en tercio apical; V ligeramente castaño, con anillo subbasal blanco en media basal, el resto castaño oscuro; VI-VIII castaño oscuro. Ala anterior amarilla, con ápice blanco, escama castaño oscuro; alas posteriores amarillo blancuzcas, con una vena longitudinal media castaño oscuro, ausente en ápice. Creciente ocelar amarillo. Sedas del cuerpo color castaño.

Morfología: cabeza en vista dorsal dos veces más amplia que el largo de los ojos, casi subrectangular, ligeramente estrecho en la base; área ocelar estriada. Quetotaxia: sedas antecelares (par I) subigual en longitud que el diámetro de ocelar anterior; antecelares laterales (par II) más largas que interocelares (par III); postoculares I-II más largas que diámetro de ocelar trasero. Cono bucal proyectado hacia dos tercios de la parte anterior de prosterno. Parte media del pronoto más amplia que larga en el medio. Escudo metanotal con pequeños polígonos equiangulares en tercio anterior, seguido por polígonos que llegan a ser alargados para el centro y en la base; par de sedas medias cercanas al margen anterior del metanoto (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips mangoaffinis* Johansen & Mojica-Guzmán, 1999 (Figura 2L)**

Hembra: Cuerpo amarillo claro, con pigmento subhipodermal amarillo. Segmentos antenales: I amarillo-blancuzco; II gris-amarillento; III castaño claro; IV-V castaño oscuro, cada uno con un anillo subbasal blanco; VI-VIII castaño oscuro. Ala anterior amarilla; ala posterior amarilla-blancuzca. Medias lunas ocelares anaranjadas. Sedas del cuerpo castaño.

Morfología: Cabeza en vista dorsal, más amplia que el largo de los ojos; ligeramente estrecha hacia la base; área ocelar con estrías. Quetotaxia: sedas anteocelares (par I) más pequeñas que el diámetro de ocelar anterior; anteocelares laterales (par II), casi subigual en longitud que interocelares (par III), en ambos casos más pequeñas que postoculares I-II. Cono bucal proyectado hacia margen posterior de prosterno. Pronoto más amplio que largo en la parte media. Escudo metanotal, con reticulación transversa en cuarto anterior, seguido por equiangulares, que se llegan a ser alargadas hacia el centro y polígonos equiangulares largos hacia la base; par de sedas medias cercanas al margen anterior del metanoto. Primer vena de alas anteriores con tres sedas en mitad apical; cilios marginales ondulados (Johansen y Mojica-Guzmán, 1998).

***Scirtothrips longipennis* Bagnall, 1909 (Figura 2I)**

Hembra. Cuerpo amarillo, cabeza de color castaño en la parte anterior; tergitos III-VIII y esternitos V-VII con crestas antecostales oscuras; alas anteriores fuertemente sombreadas en área medio basal, más pálido hacia el ápice; segmento antenal I pálido, III-VIII oscuro.

Morfología. Cabeza con región ocelar y vértice estriado transversalmente; par de sedas ocelares III más separados que su longitud, que pasan cerca de los márgenes del triángulo ocelar; 2 pares de sedas postoculares más largas que seda ocelar III. Pronoto con estriado transversal ondulado y

ampliamente separados; 4 pares de sedas posteromarginales. Metanoto débilmente reticulado longitudinalmente, seda media cerca del margen anterior. Primera vena del ala anterior con 2-4 sedas distales entre sí; segunda vena con dos sedas; franja posteromarginal de cilios ondulado excepto cerca del ápice del ala. Tergitos abdominales II-V con sedas medias muy juntas, más largas que la distancia entre sus bases; tercios laterales de tergitos con campos de microtriquias que tienen 3 sedas discales; tergito VIII sin microtriquias discales medialmente, peine posteromarginal completo; tergito IX con microtriquios discales en la mitad posterior. Esternitos con áreas de microtriquios que se extienden casi hasta S2 (Hoddle *et al.*, 2012).

***Scirtothrips bisbravae* Johansen, 1983 (Figura 2J)**

Sedas ocelares III están muy juntas en el centro del triángulo ocelar y la superficie de la cabeza en esta región es estriada transversalmente. El pronoto es estrechamente estriado y el metanoto tiene la seda media en el margen anterior. En tergito V las sedas medias son escasamente 15 micras de largo y 3 micras separadas de la base y el campo de microtriquias laterales aparentemente tienen cuatro sedas discales. El tergito IX y los esternitos aparentemente carecen de microtriquia discal, los cilios marginales de las alas anteriores son ondulados (Mound y Marullo, 1996).

***Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Figura 3A)**

Denominado como el trips occidental de las flores. Ambos sexos alados. Cuerpo y patas de color variable, las poblaciones silvestres en California, EUA, se presentan tres morfotipos (castaño, amarillo e intermedio). Segmentos antenales del III-V amarillos, pero con ápices variablemente castaños; ala anterior pálida con sedas oscuras.

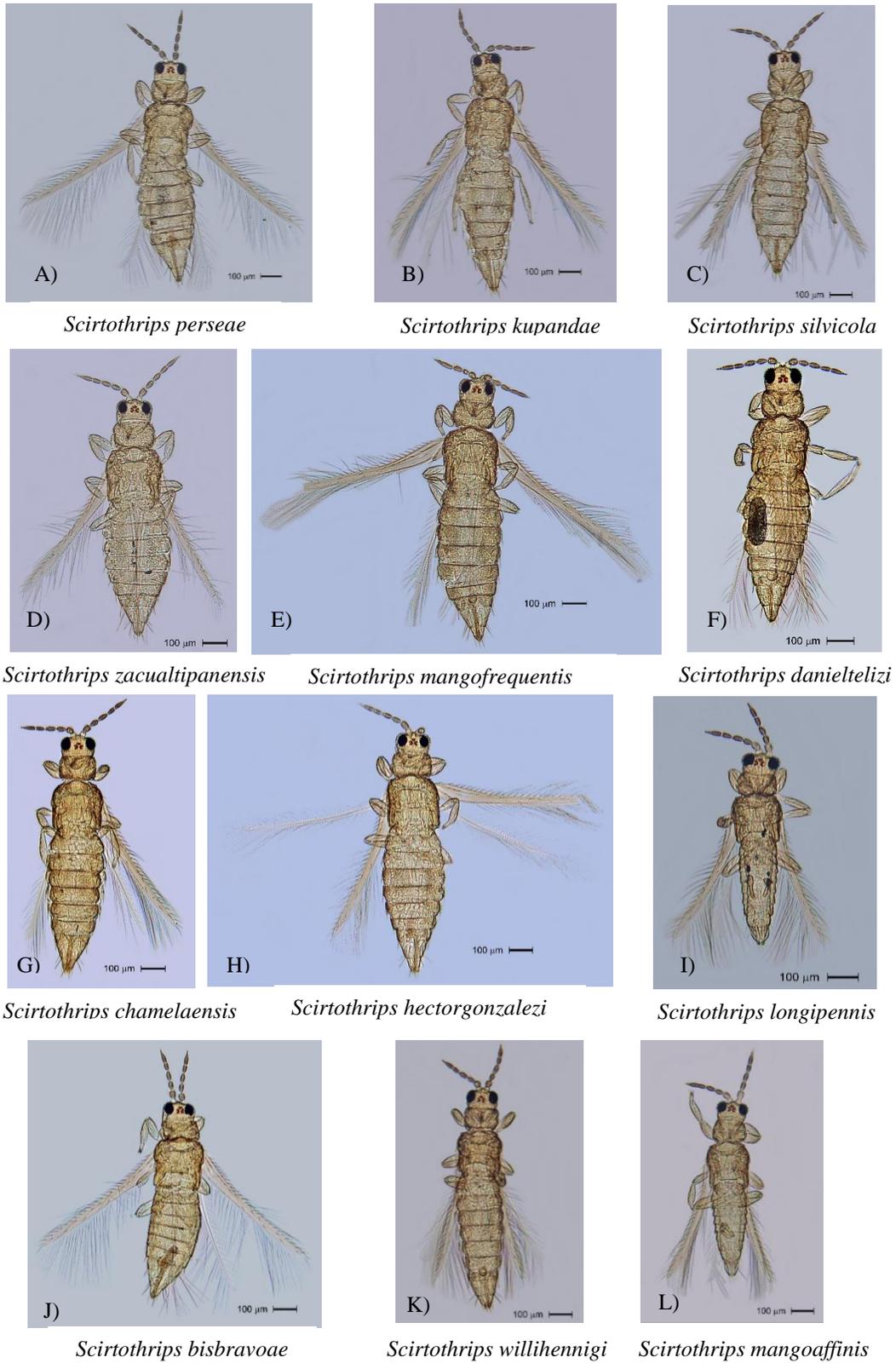


Figura 2. Especies de *Scirtothrips* determinadas del muestreo en huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.

Morfología. Cabeza más ancha que larga, tres pares de sedas ocelares presentes, el par III más largo que la distancia entre los márgenes externos del ocelo anterior, que surgen en los márgenes anteriores del triángulo; par I de sedas postoculares presentes; par IV más largas que la distancia entre ocelo anterior. Antena de 8 segmentos; el III y IV bifurcados; el VIII más largo que el VII. Pronoto con 5 pares de sedas largas; seda anteromarginal ligeramente más corta que anteroangulares, un par de sedas menores presentes medialmente entre sedas submedianas posteromarginales. Metanoto con 2 pares de sedas en margen anterior, sensila campaniforme usualmente presente. Ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior. Tergitos abdominales V-VIII con ctenidios emparejados, éstos algunas veces ligeramente desarrollados en tergito IV; peine posteromarginal en segmento VIII es completo, con pequeñas microtriquias esbeltas y delgadas que se originan de base triangular. Esternitos del III-VII sin sedas discales. Macho más pequeño y pálido que la hembra; tergito VIII sin peine posteromarginal; sedas posteromarginales del tergito IX robustas en los machos de mayor tamaño; esternitos III-VII con placa de poros (Hoddle *et al.*, 2012).

***Frankliniella difficilis* Hood, 1925 (Figura 3D)**

Morfológicamente similar a *F. gardeniae* y se diferencia por la estructura del anillo subbasal del pedicelo del antenómero III (Mound y Marullo, 1996). Sakimura (1986) considera la separación de la especie más cercana *F. kelliiae* por la presencia del peine en el VIII segmento abdominal, por la estructura de las sedas del tergo IX del macho las cuales son fuertes y cortas, como en la mayor parte del grupo tritici y por el color brillante del pigmento del creciente de los ocelos. Las características que definen la especie son: pedicelo con un ensanchamiento redondeado; peine en el VIII tergito bien desarrollado; abdomen amarillo sin marcas de color; macho con peine en el VIII tergito; sedas del tergito IX de menor tamaño (Retana, 2014).

***Frankliniella gardeniae* Moulton, 1948 (Figura 3B)**

Descrita de México y conocida como “el thrips de la gardenia”. Considerada por Mound y Marullo (1996) como una de las especies de color claro más comunes, además consideran que hay variaciones en cuanto a lo distintivo del pedicelo del antenómero III con respecto a *F. difficilis* posiblemente por diferencias de tamaño. Los caracteres que ayudan en el diagnóstico de esta especie son: un par de sedas anteromarginales pequeñas; creciente de los ocelos castaños; antenómero II alargado; pedicelo en forma de copa; anillo subbasal menos marcado que en invasor; sedas S1 y S2 subiguales; collar del antenómero III de lados cóncavos (Retana, 2014).

***Frankliniella minor* Moulton, 1948 (Figura 3J)**

Originalmente a este thrips se le dio el nombre de *difficilis* f. *minor*. De acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, este nombre es válido y fue reconocido como una especie distinta por Nakahara en 1997. Nakahara distingue a *minor* como una especie con las características siguiente: el pedicelo antenal del segmento III de algunos de los tipos tiene una pequeña pero distinta angulación. Sin embargo, un tipo tiene una angulación similar a los de *F. difficilis*. La identidad de estos especímenes permanece en algunas dudas y que posiblemente representen pequeños individuos de *gardeniae* (Cavalleri & Mound, 2012).

***Frankliniella bruneri* Watson, 1926 (Figura 3G)**

Su descripción se hizo a partir de especímenes colectados en Cuba, Jamaica y México (Sakimura, 1981). Los especímenes de México son generalmente más grandes que aquellos de otros países. Las hembras son de cuerpo amarillo sin ningún sombreado gris o manchado; segmento antenal I pálido; II marrón grisáceo, basalmente pálido; III-V amarillo pálido; VI-VIII

marrón grisáceo; creciente ocelar marrón a marrón rojizo; alas amarillas pálidas; seda mayor marrón oscura a marrón oscura-grisáceo. Cabeza amplia y bastante corta; cono bucal bastante largo, fuerte y cónico; seda interocelar siempre sobre la parte media de la cabeza, entre ocelo anterior y posterior; seda postocular IV aproximadamente dos tercios del tamaño de seda interocelar. Pronoto más largo que la cabeza, todas las sedas largas subiguales. Seda posteroangular i algo más larga, sedas posteromarginal ii subigual a seda interocelar, 4 sedas menores entre sedas anteromarginales. Ala anterior con 14-17 sedas en vena posterior. Abdomen: peine en tergito VIII completo; longitud de dientes, a veces más cortos en la parte media y dispersos. Macho más pálido que la hembra; colores de la antena como la hembra, pero a menudo el segmento II pálido y VI algunas veces débilmente pálido en la base. Esternitos III-VII con área glandular subcircular grande; tergito VIII con peine completo pero con dientes pequeños (Sakimura, 1981).

***Frankliniella borinquen* Hood, 1942 (Figura 3H)**

Descrita de Puerto Rico. Hay especímenes de esta especie de color amarillo en las colecciones de Texas, México y Costa Rica. La base del segmento antenal III es similar que el de *melanommata*, convexo por encima del disco de bordes afilados y con un collar distintivo y el peine del VIII tergito es usualmente completo. Ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior (Mound y Marullo, 1996).

***Frankliniella brunnea* Priesner, 1932**

Esta especie se halla ampliamente distribuida desde México hasta Panamá y Venezuela en flores de Asteraceae. Según Mound y Marullo (1996), solo se ha reportado en el Caribe en las Islas Vírgenes. Esta especie presenta seda interocelar III en posición media, sedas anteromarginales

menores (amm) de estructura similar a las posteromarginales I, nunca más largas ni fuertes; alas de color café; antenómero III castaño, con la base ligeramente clara; pedicelo con un ensanchamiento poco desarrollado; seda postocular I ausente (a veces); ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior; peine posteromarginal en tergito VIII es irregular y con dientes cortos; tergito IX sin ctenidia. Los machos son distintivamente más pálidos y carecen de peine posteromarginal en el tergito VIII (Retana, 2014).

***Frankliniella rostrata* Priesner, 1932**

Descrita de México, de una serie de individuos tomados de flores de *Senecio praecox*. Esta especie es particularmente pequeña y pálida, con un largo peine en tergito VIII y una seda discal en esternito II, como en *F. gossypiana* y *F. williamsi*. Sin embargo, el cono bucal es excepcionalmente largo, pero debido a que sobresale ventralmente en especímenes montados en laminillas no siempre alcanzan las coxas anteriores. Las sedas mayores son delgadas y pálidas y la seda postocular I está presente o ausente. Ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior (Mound y Marullo, 1996).

***Frankliniella bispinosa* (Morgan, 1913)**

Ambos sexos completamente alados. Cuerpo y patas amarillas, seda mayor marrón oscura; segmentos antenales VI-VIII marrón, también ápice de II-IV amarillo claro; alas anteriores pálidas. Cabeza con tres pares de sedas ocelares presentes, el par III cerca del triángulo ocelar, y se origina en margen anterior del triángulo; seda postocular del par I presente; par IV siempre posterior a un ocelo. Antena de 8 segmentos; III-IV con sensorio bifurcado; pedicelo del segmento III con anillo afilado y coronado por estructura en forma de cáliz, superficie superior e

inferior del anillo cóncavo. Pronoto con 5 pares de sedas mayores, seda anteromarginal distintamente más pequeña que angulares; un par de sedas pequeñas presentes medialmente entre seda submedia posteromarginal. Metanoto con dos pares de sedas en margen anterior, sensila campaniforme presente. Ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior. Tergitos abdominales del V-VIII con ctenidia emparejada; en VIII anterolateral al espiráculo; peine posteromarginal en VIII segmento ausente medialmente, pero con una base amplia con pocos microtriquios lateralmente. Esternitos III-VII sin sedas discales. Macho similar a hembra pero más pequeño; esternitos III-VIII medialmente con la placa de poros ampliamente ovalada (Hoddle *et al.*, 2012).

***Frankliniella cephalica* (D.L. Crawford, 1910) (Figura 3C)**

Ambos sexos alados. Cuerpo y patas amarillas, seda mayor marrón oscuro; segmentos antenales VI-VIII color marrón; también ápice de II-IV amarillo claros; alas anteriores pálidas. Cabeza con 3 pares de sedas ocelares presentes; par III siempre al lado de triángulo ocelar, originándose en margen anterior del triángulo; par I de seda postocular presente; par IV siempre atrás de un ocelo. Antena de 8 segmentos; III-IV con sensorio bifurcado; pedicelo del segmento III con anillo afilado coronado por estructura en forma de cáliz; anillo de superficie superior plana pero superficie inferior cóncava. Pronoto con 5 pares de sedas largas; seda anteromarginal claramente más pequeña que anteroangulares; un par de sedas pequeñas presente medialmente entre sedas submedianas posteromarginales. Metanoto con dos pares de sedas en el margen anterior; sensila campaniforme presente. Ala anterior con dos hileras de sedas continuas sobre la primera y segunda vena del ala anterior. Tergito abdominal del V-VIII con ctenidios emparejados; en VII ctenidios anterolateral al espiráculo; peine posteromarginal en VII segmento representado por una base amplia con pocos microtriquios lateralmente. Esternitos III-VII sin seda discal. Macho

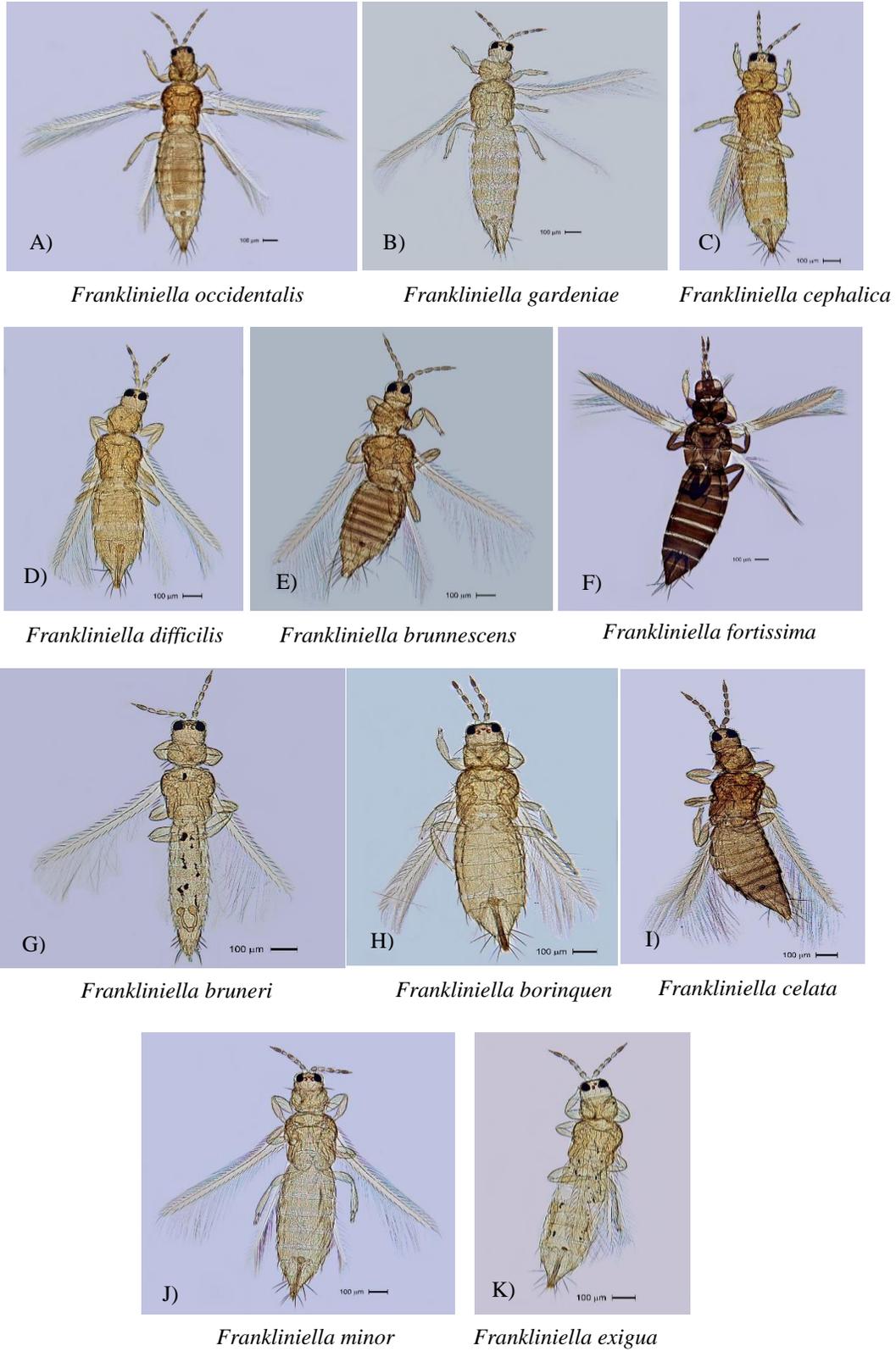


Figura 3. Especies de *Frankliniella* determinadas morfológicamente de huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.

similar a la hembra pero más pequeño, esternitos III-VII con la placa de poros ampliamente ovalada (Hoddle *et al.*, 2012).

***Neohydatothrips signifer* (Priesner, 1932) (Figura 4A)**

Se caracteriza por ser de color amarillo, destacándose esta coloración en la parte anterior del pronoto y la mitad posterior del tergito VIII. Las sedas ocelares III parten de los márgenes anteriores del triángulo ocelar, no detrás del ocelo anterior. Los dos pares de sedas medias del mesonoto no se encuentran ubicadas en una línea recta transversa; el par medio parte del frente del segundo par. La escama del primer par de alas posee 4 sedas delgadas; la escultura metanotal es lineal en la región media (González, 2009).

***Neohydatothrips gracilipes* (Hood, 1924) (Figura 4B)**

El cuerpo y patas principalmente amarillo, tergitos del II-VIII con la línea antecostal oscura y matices castaños anterolateralmente; triángulo ocelar, zona media pronotal y pteranota débilmente sombreado de color castaño; ala anterior pálida. Cabeza con carina occipital no cercana a los ojos; triángulo ocelar débilmente e irregularmente reticulado; seda ocelar III juntas detrás de ocelo anterior; tres pares de sedas postoculares, par media larga y originándose lateralmente. Escultura pronotal principalmente transversa, mancha débilmente definida. Metanoto con línea escultural irregular, sin marcas entre las líneas principales. Tergitos II-VI sin peine marginal medialmente. Esternitos con microtriquias discales que se extienden completamente a través de área media del II-VI, margen posterior con largas microtriquias; esternito VII medialmente sin microtriquias discal ni marginal (OzThrips, 2014).

***Leptothrips mcconnelli* (D.L Crawford, 1910) (Figura 4C)**

Ambos sexos: Cabeza con vista dorsal muy alargada; sedas postoculares de longitud mediana o, muy largas, pero en ambos casos fuertes y de ápice capitado o trunco; segmento antenal III es amarillo, ligeramente oscurecido con castaño en el sexto apical; IV amarillo en la mitad basal, el resto castaño oscuro, V-VI globosos, alargados y pedicelados; VI-VII moniliformes. Pronoto finamente estriado en sentido transversal. Sedas anteroangulares cortas y finamente puntiagudas en los machos; en las hembras, son de un tercio o la mitad de la longitud, de las sedas anteromarginales, pero en ambos casos son Fuertes y puntiagudas. Mesonoto fuertemente estriado en sentido transversal. Patas alargadas y esbeltas. Alas anteriores, provistas de 2-7 pelos accesorios en el fleco del margen anterior. Pelta, en forma de triángulo equilátero, estriada longitudinalmente, pero con reticulación transversal apretada en la base, donde además existen dos poros muy apartados entre sí.

***Leucothrips furcatus* Hood, 1931**

Ambos sexos completamente alados. Cuerpo, patas y alas blancas, segmentos antenales VI-VII castaño claro. Antena 7 segmentos; sensoria simple en III-IV; segmento VI con sensoria simple larga no bifurcado, surge cerca de la base en el margen interno. La cabeza carece de reticulaciones. Pronoto estriado transversalmente; con dos pares de sedas posteroangulares prominentes, de las cuales el par exterior es más largo que el interior. Metanoto con líneas esculturales lineales convergentes en sentido medial; par medio de sedas pequeñas que surgen medialmente. Tarsos unisegmentado. Ala anterior delgada, punteada; primera vena con tres sedas muy espaciadas en la mitad distal; segunda vena sin sedas; cilio posteromarginal recto. Tergitos abdominales del II-VIII con sedas medias largas y muy juntas; tercios laterales de tergitos con líneas transversales esculpidas que contienen microtriquios delgados; VIII con

peine posteromarginal de microtriquios. Esternitos III-VII de sedas posteromarginales largas (Hoddle *et al.*, 2012).

***Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) (Figura 4D)**

Ambos sexos alados. Cuerpo y patas de color castaño; tarsos así como base y ápice de tibia amarillos; segmentos antenales del III-V en gran parte amarillos; ala anterior con base oscura seguida por una banda blanca estrecha; también sub-apicalmente con una banda blanca más larga y ápice oscuro, pero la zona media es larga, sombreada algunas veces ligeramente pálida en el punto medio. Antena de 8 segmentos; III-IV con sensorio bifurcado, VII-VIII alargado.

Cabeza y pronoto sin sedas prominentes; cabeza reticulada con marcas dentro de cada retícula, escultura pronotal formando líneas con marcas entre las líneas. Metanoto fuertemente esculpido, sedas medias bien separadas. Endofurca metatorácica en forma de lira que se extiende al mesotórax. Primer vena del ala anterior, con 2 sedas en la mitad distal. Segunda vena con cerca de 6 sedas; cilios posteromarginal ondulado. Tarsos unisegmentados. Tergitos abdominales del II-VIII con par de sedas medias pequeñas, margen posterior con prominente craspedum que es lateralmente dentado; tercios laterales de tergitos con línea esculpida y en cada tergito con marcas anterolateralmente entre estas línea. Esternitos con 3 pares de sedas marginales que se originan en la parte anterior del amplio craspedum. Macho con esternito III-VII con placa delgada de poros transversales (Hoddle *et al.*, 2012).

***Caliothrips marginipennis* (Hood, 1912) (Figura 4E)**

Ambos sexos alados. Cuerpo y patas color castaño; tarso, base y ápice de tibia amarillos; segmento antenal III de color amarillo; IV-V amarillo en la base; ala anterior blanca con ápice negro y una banda oscura que atraviesa el tercio basal y margen posterior también oscuro.

Antena de 8 segmentos; III-IV con sensorio bifurcado, VII-VIII alargado. Morfología. Cabeza y pronoto reticulado, con marcas dentro de cada retículo, sin sedas prominentes. Metanoto reticulado; seda media bien separada. Endofurca metatorácica en forma de lira que se extiende casi hasta el mesotórax. Primer vena de ala anterior con 2 sedas en la parte medio distal; segunda vena con alrededor de 5 sedas; cilios posteromarginales onduladas. Tarso unisegmentado. Tergito II-VIII con par de sedas pequeñas medias; margen posterior con craspedum prominente y es lateralmente dentado; tercios laterales de tergitos reticulados; retículos con marcas internas. Esternitos con 3 pares de sedas marginales que se originan en la parte anterior del amplio craspedum. Macho con esternitos III-VII presenta placa delgada de poros transversales (Hoddle *et al.*, 2012).

***Arorathrips mexicanus* (Crawford DL, 1909) (Figura 4F)**

Hembra alada, castaño oscuro cuando madura pero bicolor cuando recién emerge. Antena de 8 segmentos; segmentos III-IV con sensorio simple grueso; segmento II se prolonga externamente y con sensorio terminal. Cabeza pequeña, se proyecta al frente de los ojos, vértice con cerca de 3 pares de sedas. Pronoto trapezoidal; con 2 pares de sedas prominentes posteroangulares. Coxa anterior ampliada y transversal; fémur anterior engrosado; tibia anterior se extiende alrededor del margen externo de tarsos anteriores. Meso y metafurca poco desarrollados. Ala anterior delgada, con ápice agudo; primer vena con tres sedas muy separadas; segunda vena con 3-4 sedas ampliamente espaciadas. Tergitos con líneas esculturales medialmente transversas; cresta antecostal de tergitos II-V con una hilera de pequeños tubérculos; craspedum completo en segmentos I-VIII. Ovipositor débil, sin dientes. Esternitos II-IV medialmente con patrón de tubérculos. Macho sin alas, cuerpo de color amarillo; esternitos III-VII con gran placa de poros circulares (Hoddle *et al.*, 2012).

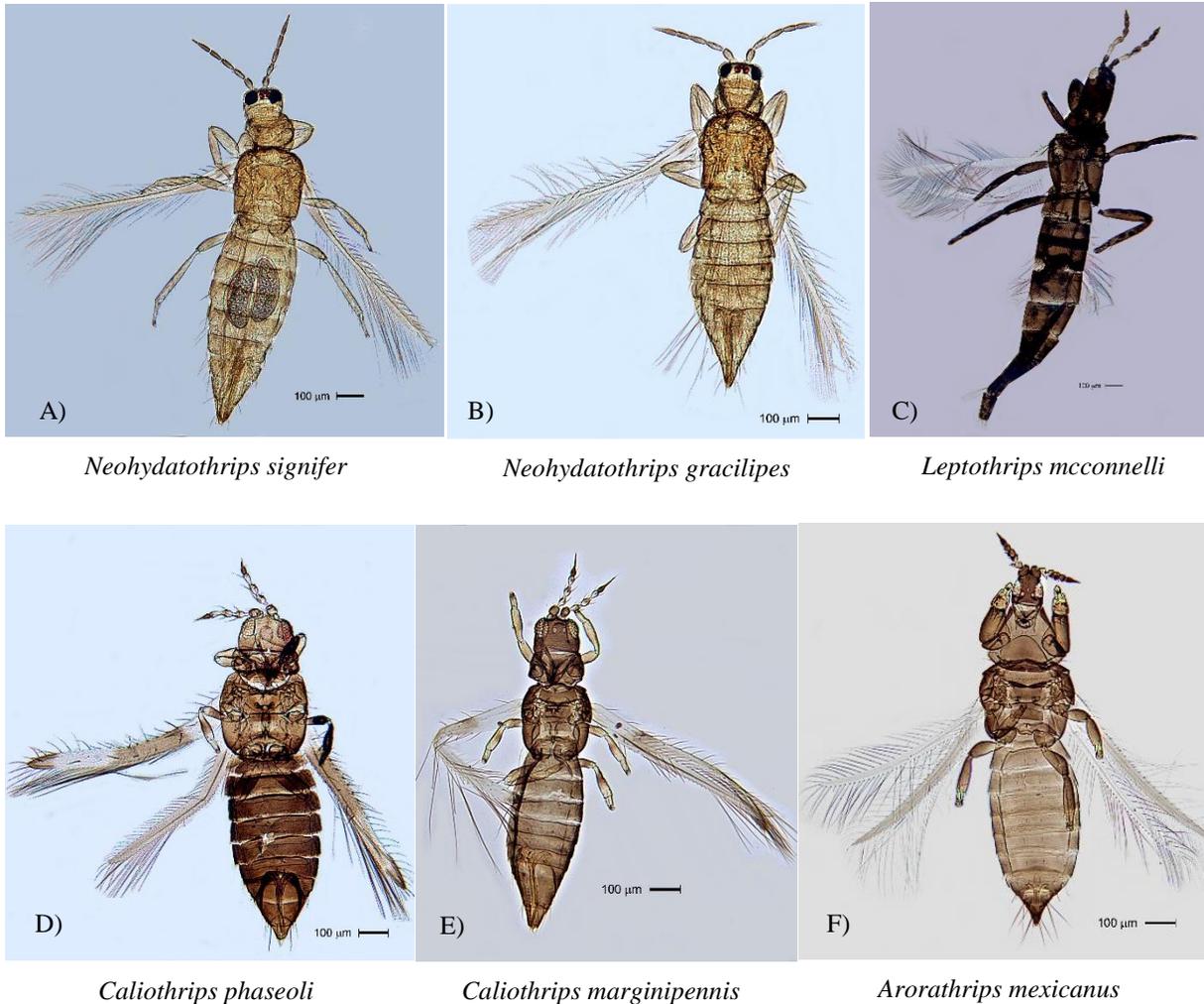


Figura 4. Otras especies determinadas morfológicamente de huertos de aguacate ‘Hass’ de Michoacán.

5.3 Diversidad y abundancia de especies de trips

Los géneros que se presentaron con mayor abundancia en este trabajo fueron *Scirtothrips* (874 ejemplares), *Frankliniella* (226 ejemplares) y *Neohydatothrips* (132 ejemplares). De estos géneros, las especies que se encontraron en mayor abundancia de ejemplares morfológicamente identificados, fueron *Scirtothrips perseae*, *S. kupandae*, *S. silvicola* y *Neohydatothrips signifer* (Figura 5). Los huertos donde se detectó la mayor abundancia fueron Agua Fría (Peribán) y El Salto 2 de Uruapan, Michoacán (Figura 6).

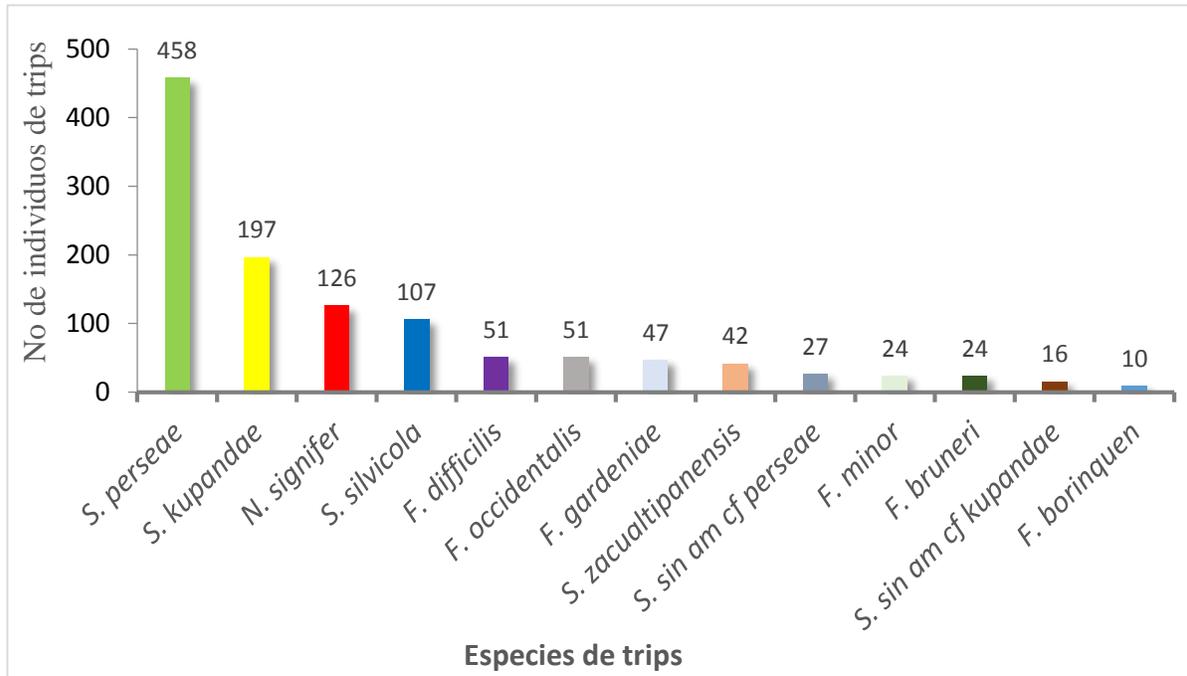


Figura 5. Abundancia de las especies de trips recolectadas en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán.

5.4 Identificación molecular

De las 20 especies de trips que se procesaron por el método de pinchado, sólo de 18 de éstas se obtuvo ADN de buena calidad. De este material se obtuvo un total de 34 secuencias de la región del gen COI (Cuadro 5), con una longitud aproximada de 366 pb.

El análisis filogenético de las secuencias generadas se agruparon de acuerdo al género correspondiente de cada especie. En la parte superior del cladograma se agruparon las secuencias del género *Frankliniella* seguido por *Caliothrips*, *Neohydatothrips*, *Arorathrips*, *Scirtothrips* y *Leptothrips* (Figura 7).

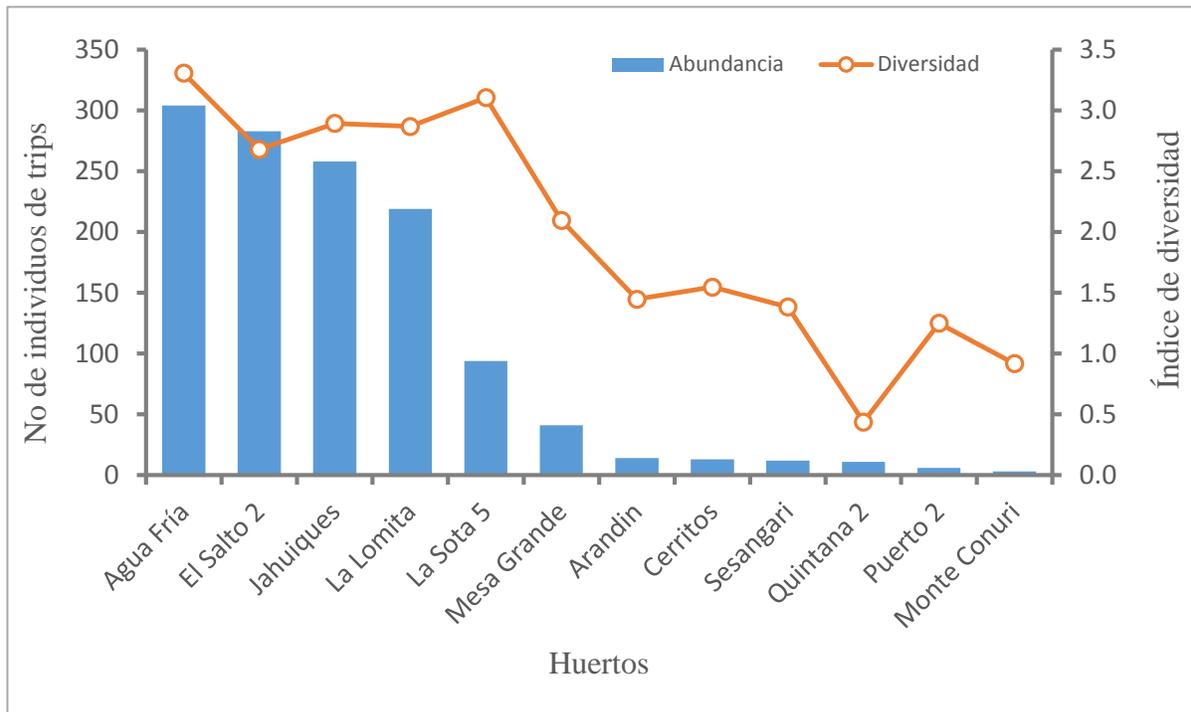


Figura 6. Abundancia y diversidad de especies de trips del material morfológicamente identificado, recolectadas de huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán.

En el análisis filogenético realizado con las secuencias obtenidas del género *Scirtothrips*, todas se agruparon con secuencias utilizadas de referencia de *S. perseae* con valores de Bootstrap del 99% con los métodos de máxima verosimilitud, máxima parsimonia y neighbor joining (ML, MP y NJ) (Figura 8), esto a pesar de que algunas secuencias eran de especímenes morfológicamente identificados como diferentes.

Cuadro 5. Datos de especímenes de trips recolectados en huertos de aguacate Hass de Michoacán y de los cuales se obtuvieron las 34 secuencias. Especímenes sin seda anteromarginal (**)

Clave de identificación individuo	Especie morfológica	Localidad	Acceso GenBank
D01	<i>Neohydatothrips signifer</i>	Agua Fría	KR092393
D03	""	""	KR092394
D20	""	Milpillas	KR092409
D04	<i>Scirtothrips perseae</i>	Agua Fría	KR092395
D27	""	Jahuiques	KR092410
D28	""	""	KR092411
D29	<i>S. kupandae</i>	""	KR092412
D62	""	Agua Fría	KR092422
R43	<i>S. silvicola</i>	Jahuiques	KR092425
D58	""	Agua Fría	KR092421
D65	""	""	KR092423
D57	<i>S. zacualtipanensis</i>	""	KR092420
D10	<i>S. perseae</i> **	""	KR092399
D42	<i>S. perseae</i> **	Jahuiques	KR092418
D36	<i>F. brunnescens</i>	Agua Fría	KR092413
D40	""	""	KR092417
D13	<i>F. occidentalis</i>	La Sota	KR092402
D16	""	Matanguarán	KR092405
D05	<i>F. gardeniae</i>	Jahuiques	KR092396
D06	""	""	KR092397
R02	<i>F. borinquen</i>	La Sota	KR092424
D08	""	""	KR092398
D14	<i>F. rostrata</i>	Matanguarán	KR092403
D15	<i>F. exigua</i>	""	KR092404
D37	<i>F. brunnea</i>	Agua Fría	KR092414
D38	""	""	KR092415
D39	""	""	KR092416
R48	<i>F. minor</i>	Jahuiques	KR092426
D56	""	Agua Fría	KR092419
D19	<i>F. fortissima</i>	""	KR092408
D18	<i>A. mexicanus</i>	""	KR092407
D11	<i>C. marginipennis</i>	Milpillas	KR092400
D12	<i>L. mcconnelli</i>	""	KR092401
D17	""	Agua Fría	KR092406

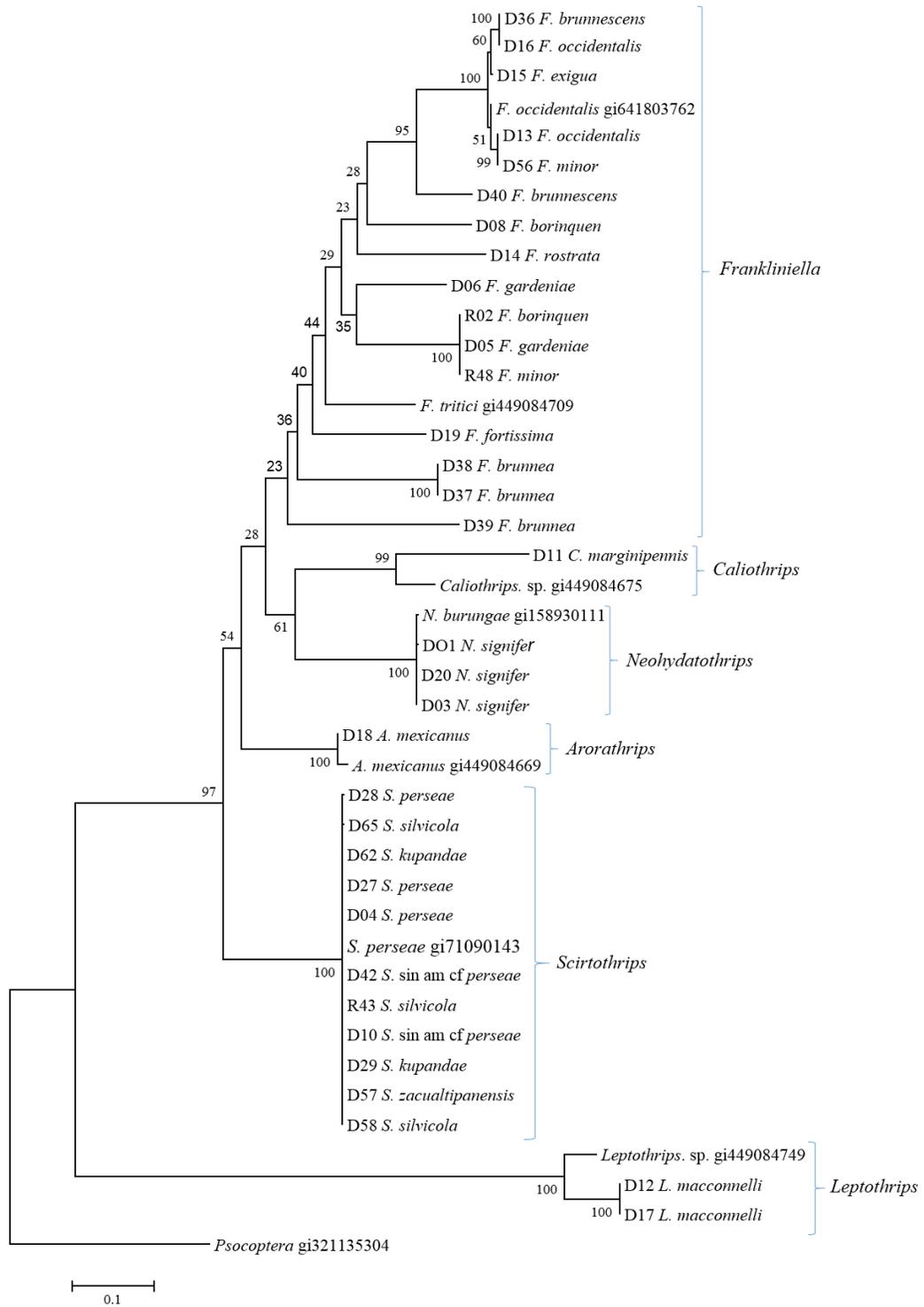


Figura 7. Reconstrucción filogenética de 34 secuencias obtenidas de trips con el método máxima verosimilitud (ML).

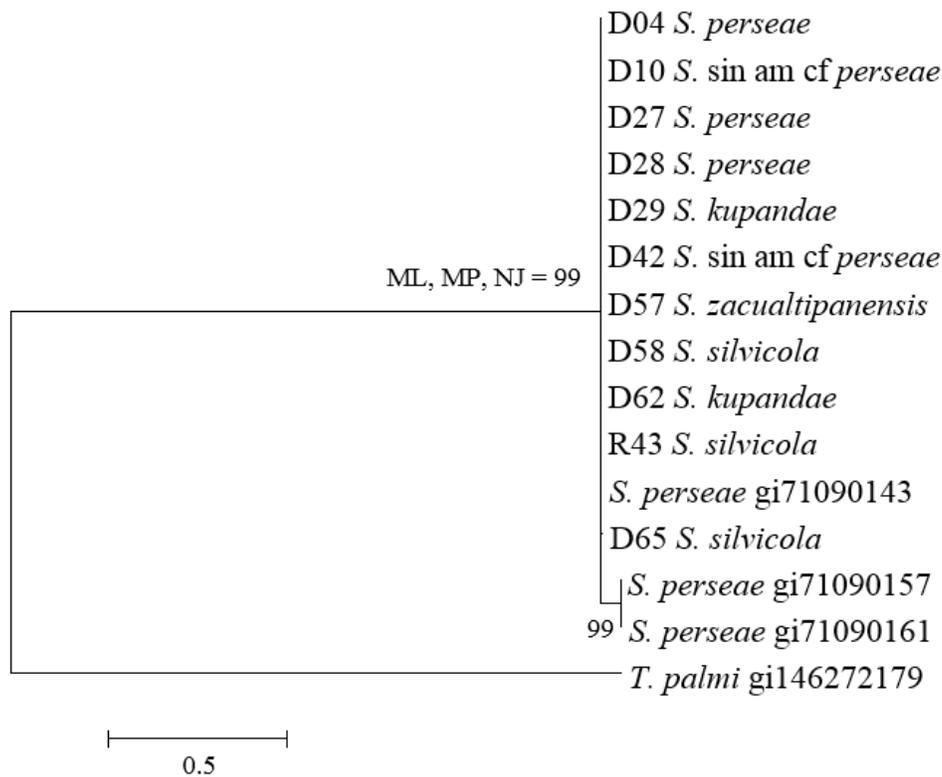


Figura 8. Dendrograma de especies de *Scirtothrips* inferidas con máxima verosimilitud (ML).

Al analizar las secuencias del género *Frankliniella*, se observa que la identificación morfológica no corresponde a los grupos que se forman con la región del COI amplificada, en la reconstrucción filogenética se observa un primer grupo (G1) con las especies *F. occidentalis* (D13, D16), *F. exigua* (D15), *F. brunnescens* (D36) y *F. minor* (D56) forman un grupo con *F. occidentalis* (gi346229086) con valores de Bootstrap de 100%, con los tres análisis de ML, MP con búsqueda de arboles de TBR, y NJ con el modelo GTR (Figura 9). Dentro de este grupo, las secuencias de *F. brunnescens* (D36) y *F. occidentalis* (D16) se agruparon con un valor de Bootstrap de 99, 100 y 100% con ML, MP y NJ (Figura 9). Las secuencias *F. occidentalis* (D13) y *F. minor* (D56) también se agruparon con valores de 99% para los tres análisis de ML, MP y NJ respectivamente; separándose de estos dos grupos la secuencia de *F. exigua* (D15). Se presentaron dos grupos más, uno que contiene las secuencias de *F. brunnea* (D37, D38) (G2), y

otro grupo que contiene las secuencias de *F. gardeniae* (D05), *F. borinquen* (R02) y *F. minor* (R48) (G3); cada uno se agrupa con un valor de Bootstrap del 100% con los tres análisis (ML, MP y JN) (Figura 9). Las secuencias de *F. brunnescens* (D40), *F. gardeniae* (D06), *F. borinquen* (D08), *F. fortissima* (D19), *F. brunnea* (D39) y *F. rostrata* (D14) no tuvieron agrupación, quedando separadas una de la otra. Las secuencias obtenidas del Genbank que se utilizaron para comparación, la de *F. occidentalis* gi346229086 se agrupó con el G1, la de *F. tritici* gi449084709 quedó separada de nuestras secuencias (Figura 9).

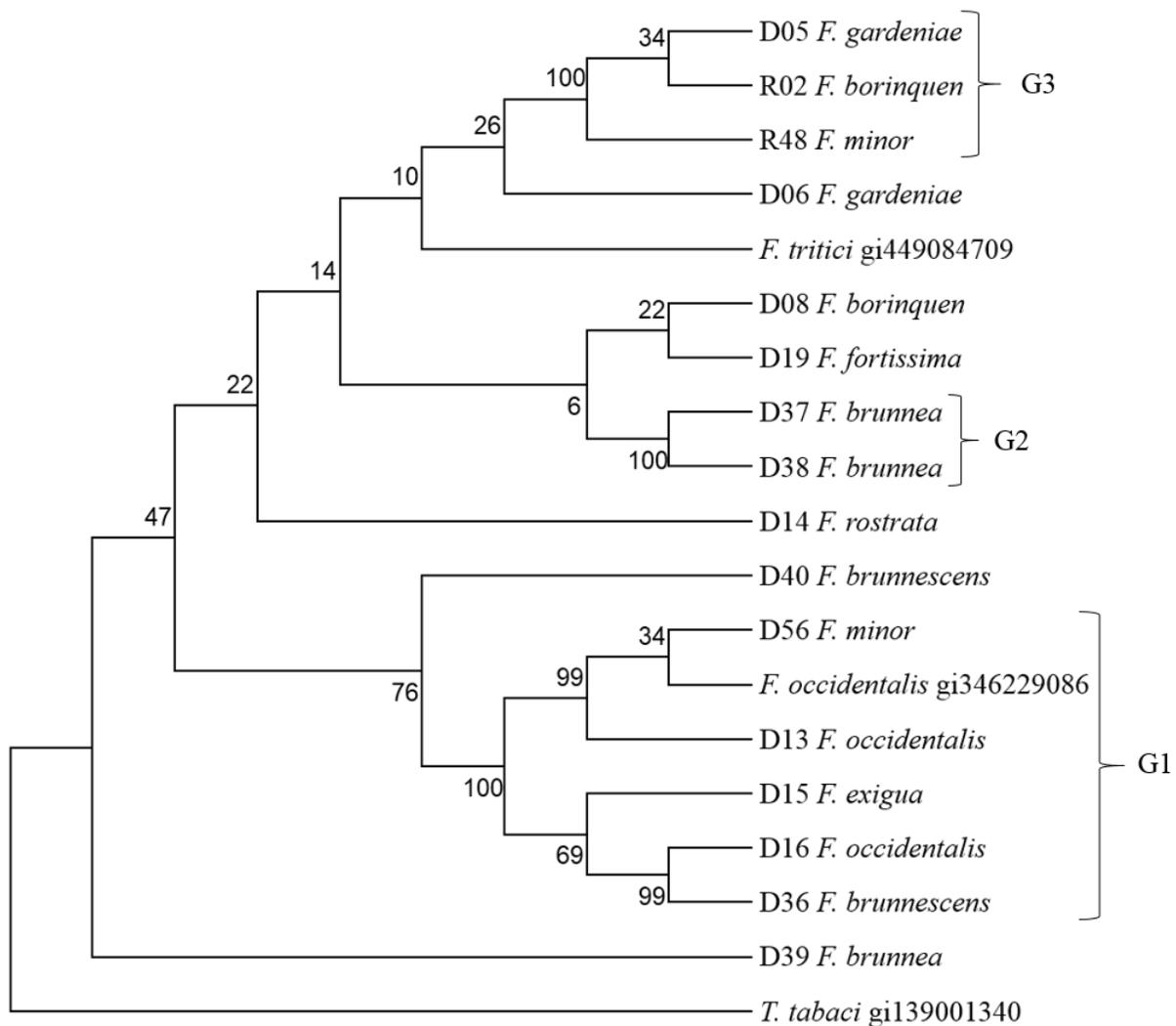


Figura 9. Dendrograma del género *Frankliniella* inferidas con máxima verosimilitud (ML).

El análisis filogenético de los demás especímenes identificados morfológicamente como diferentes especies (Cuadro 5), la mayoría se agrupó de acuerdo a la identificación morfológica. Sin embargo, los tres especímenes identificados morfológicamente como *N. signifer*, se agruparon con una secuencia de *N. burungae* (gi1589301) del GenBank; este grupo (G1) presentó un valor de Bootstrap de 100% con los tres análisis de reconstrucción de filogenia que se realizaron (ML, MP y NJ) (Figura 10).

La secuencia de *A. mexicanus* presentó un valor de Bootstrap del 100% con una secuencia de *A. mexicanus* (gi449084669) del Genbank con los tres análisis realizados (ML, MP y NJ). Las otras especies no se encontraron secuencias similares en el banco de genes, por lo que éstas son una aportación más a la descripción de la diversidad biológica de trips en México. Las dos secuencias identificadas morfológicamente como *L. mcconnelli* se agruparon con un valor del 100% en los tres análisis, pero separados de *C. marginipennis* (Figura 10).

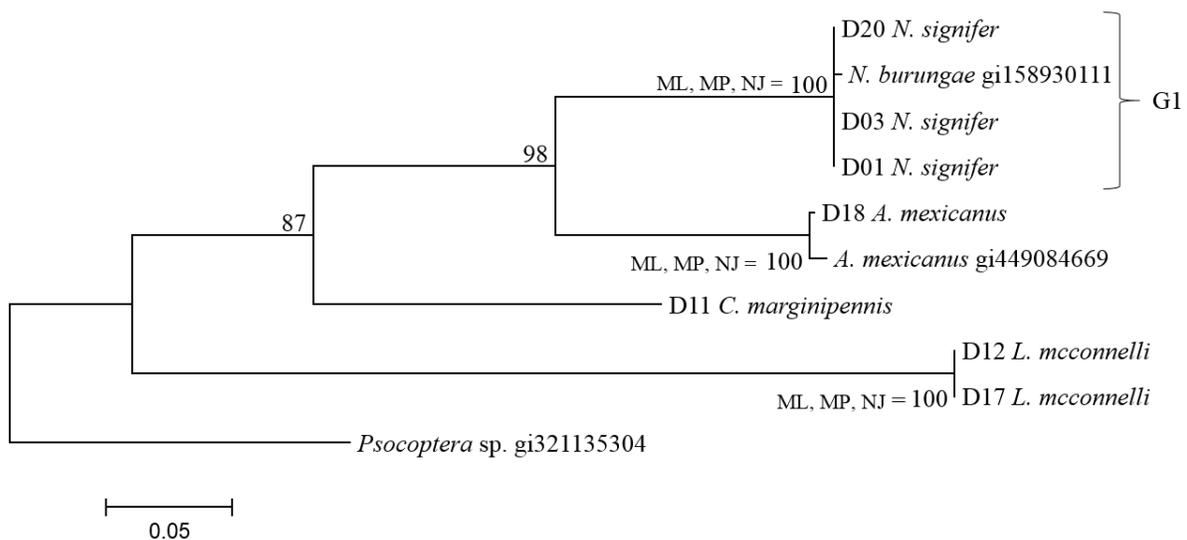


Figura 10. Dendrograma de *Neohydatothrips signifer*, *Arorathrips mexicanus*, *Caliothrips marginipennis* y *Leptothrips mcconnelli* inferidos con máxima verosimilitud (ML).

VI. DISCUSIÓN

Los resultados de diversidad y abundancia de especies de trips en huertos de aguacate de Michoacán, señalan que se presentaron los géneros *Scirtothrips*, *Frankliniella*, *Neohydatothrips*, *Caliothrips*, *Leucothrips*, *Arorathrips* y *Leptothrips*, son diferentes a los que señalados por otros autores. Ascención (2000) registró en huertos de aguacate Hass en Nuevo Parangaricutiro Michoacán, México, 36 especies de 10 géneros; ocho del suborden Terebrantia y dos del suborden Tubulifera, tres géneros de los cuales se reportan en el presente estudio (*Scirtothrips*, *Frankliniella* y *Neohydatothrips*) de Terebrantia, además de que no se encontró ningún género de Tubulifera reportado por Ascención. Valle-De la Paz *et al.* (2003) registraron en huertos de aguacate ‘Hass’ en Michoacán un total de 53 especies de 11 géneros, de los cuales nueve son del suborden Terebrantia y dos del suborden Tubulifera, mientras que en la presente investigación se encontraron del suborden Terebrantia a *Frankliniella*, *Neohydatothrips*, *Scirtothrips*, *Caliothrips*, *Leucothrips* y *Arorathrips* y de Tubulifera a *Leptothrips*. Por lo tanto, en estos dos estudios realizados en huertos de aguacate en Michoacán y el presente estudio, no se registró ningún nuevo género asociado al cultivo de aguacate. Cambero *et al.* (2010) reportaron a 40 especies de 19 géneros en material identificado en huertos de aguacate ‘Hass’ en Nayarit, México. En estos géneros cinco fueron depredadores, cinco fitófagos y los restantes fueron visitantes. Lo interesante de este último trabajo es que los trips más abundantes fueron especies depredadoras, aunque es importante mencionar que el trabajo realizado en el estado Nayarit, la recolecta de especímenes se realizó por tres métodos: manto, derribo y redeo; mientras que en los dos trabajos realizados en Michoacán y mencionados con anterioridad, así como en el presente estudio, la recolecta se realizó únicamente por derribo en brotes y panículas con una solución de agua y suavizante de telas. Castañeda y Johansen, (2011) reportan en huertos de

diferentes variedades de aguacate en Coatepec de Harinas, estado de México, a 73 especies pertenecientes a 17 géneros, de estos géneros seis fueron depredadores y 11 fitófagos, con géneros como *Scirtothrips*, *Frankliniella* y *Neohydatothrips* del suborden Terebrantia y a *Leptothrips* de Tubulifera.

De nuestros resultados las especies del género *Scirtothrips* fueron las más abundantes, mientras que Valle-De la Paz *et al.* (2003) realizaron muestreos en huertos de aguacate ‘Hass’ de tres municipios de Michoacán, donde obtuvieron un total de 12 especies determinadas de este género y a *S. perseae* como la especie más frecuente, seguido por *S. kupandae*. Sin embargo, Ascención *et al.* (1999), en muestreos realizados en el periodo 1998-1999 en un huerto de aguacate Hass en el municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, encontraron en menor frecuencia a las especies *S. kupandae* y *S. perseae*. Castañeda y Johansen (2011) encontraron en muestreos en aguacate criollo y otras variedades de aguacate en el Estado de México, como las especies más abundantes a *S. perseae* y *S. kupandae*. Estos estudios, además del presente, sugieren que varias especies del género *Scirtothrips* predominan en el cultivo del aguacate y que posiblemente sean las principales especies de trips que causan los daños en flores y frutos, concretamente la especie *S. perseae*, que es la que se ha reportado provocando fuertes daños en frutos de huertos de aguacate ‘Hass’ en California, EUA (Hoddle *et al.*, 2003; Rugman-Jones *et al.*, 2007).

Ascención (2000) reporta al género *Frankliniella* como el más abundante en muestreos realizados en un huerto de aguacate ‘Hass’ en el municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, siendo las especies *F. occidentalis*, *F. chamulae* Johansen, *F. fallaciosa* Priesner y *F. brunnescens* Priesner, las más abundantes. Mientras que Valle-De la Paz *et al.* (2003), en huertos de aguacate ‘Hass’ en Nuevo Parangaricutiro, Uruapan y Ziracuaretiro, Michoacán, reportan a 27 especies de este género y como las más abundantes a *F. fallaciosa*, *F. occidentalis*

y *F. invasor* Sakimura. Del género *Neohydatothrips*, la especie *N. siginifer* se ha registrado como una de las más abundantes en varios trabajos de diversidad realizados en regiones productoras de aguacate en México (Ascención, 2000; Valle-De la Paz, 2003; Castañeda y Johansen, 2011).

La única especie depredadora que se encontró en los muestreos realizados en el presente trabajo, fue *Leptothrips mcconnelli*. Lo anterior es contrario a lo encontrado por Cambero *et al.* (2010), quienes encontraron que los trips más abundantes en huertos de aguacate ‘Hass’ de Xalisco, Nayarit (51% del total del material colectado) fueron especies de trips depredadoras, como *Franklinothrips orizabensis* Johansen, *Pseudophilothrips perseae* (Watson) y *Franklinothrips lineatus* Hood, aunque en ese estudio no se precisó el efecto de estos trips depredadores en la regulación poblacional de las especies de trips fitófagas.

Ascención (2000), reportó un alto índice de diversidad de especies de trips (2.97) en un huerto de aguacate ‘Hass’ en Nuevo Parangaricutiro, Michoacán en el mes de marzo, lo cual relacionó con un mayor número de trips en follaje y que esta abundancia y diversidad de trips en ese mes pudiera estar causando los daños en las flores y frutos del aguacate.

En los ejemplares identificados utilizando los dos métodos (morfológico y del DNA) (34 especímenes, Cuadro 5), para el género *Scirtothrips* se obtuvieron cinco especies morfológicas, entre ellas dos ejemplares con todas las características para ser identificadas como *S. perseae* pero sin sedas anteromarginales. Este número de especies morfológicas (cinco) fue pequeña comparada con las 13 especies encontradas en los especímenes usados solo en la identificación morfológica (Cuadro 4). Posiblemente el bajo número de especies encontradas fue debido a la gran diferencia entre el número de especímenes estudiados donde se utilizaron los dos métodos de identificación (34 especímenes), en comparación con los ejemplares identificados solo

mediante métodos morfológicos (1,240), lo que permite obtener una mayor diversidad específica del gran grupo de especímenes estudiados. Sin embargo, cuando se analizaron las secuencias de las cinco especies del género *Scirtothrips*, todas las secuencias fueron asignadas en un solo grupo con un alto valor significativo de bootstrap (99%), lo que sugiere que todas las especies identificadas morfológicamente como diferentes especies, son en realidad *S. perseae*. En resultados similares usando análisis genético, sugieren que *Scirtothrips aguacatae*, *S. kupandae*, *S. manihotifloris*, *S. tacambarensis* y *S. uruapanensis* deben ser consideradas no sólo como sinónimos de *S. perseae* (Hoddle *et al.*, 2008a), sino como formas de dicha especie, dado la frecuencia de su aparición. Con base en los resultados del presente estudio, se propone que *S. silvicola*, *S. zacualtipanensis* y *S. perseae* (con ausencia de sedas anteromarginales), sean consideradas como nuevas formas de *S. perseae* (Figura 7). Como consecuencia de que hay varias “formas morfológicas” (quetotaxia pronotal) antes consideradas como “especies validas”, se propone definir a *S. perseae* Nakahara como “especie complejo” en el sentido de Bryan y Smith (1956).

Por otro lado, cuando fueron identificados los especímenes incluidos en el grupo del género *Frankliniella* utilizando ambos métodos, los resultados no fueron muy claros. Solo las secuencias obtenidas a partir de los especímenes morfológicamente identificados como *F. brunnea* (Cuadro 5), se agruparon con un valor de identidad del 100% (G2, Figura 9), confirmando su estado taxonómico. Sin embargo, los otros dos grupos (G1 y G3), presentaron también un valor significativo de identidad del 100% conteniendo cada uno diferentes especies. Por ejemplo, el G3 (Figura 9) contiene tres especies morfológicamente diferentes, *F. gardeniae*, *F. borinquen* y *F. minor*, la agrupación altamente significativa de estas tres muestras sugieren que podrían ser una sola especie. No está clara la posible causa de esta discrepancia. Es posible

que el marcador COI puede que éste no sea un marcador adecuado para la separación dentro de las especies del género *Frankliniella*, como sugirió anteriormente Rubinoff *et al.* (2006). Por lo que la combinación de secuencias COI con otro tipo de secuencia como ADN nuclear (Rubinoff and Holland, 2005), o la proteína nuclear que codifica al gen EF1 α (Caterino *et al.*, 2000), podría proporcionar más información, pero se requiere confirmación experimental. Por otro lado, la especie *F. brunnescens* se ha sugerido sea considerada como sinonimia de *F. occidentalis* (Hoodle *et al.*, 2012), lo que podría ser la razón de porque estas secuencias se hayan agrupado (Figura 9).

Respecto a las especies identificadas morfológicamente como *N. signifer* (Cuadro 5) éstas se agruparon con un valor de identidad significativo con una secuencia de *N. burungae* obtenido del GenBank (G1, Figura 10). Este grupo (G1) fue soportado con una identidad el 100% con los tres análisis realizados (MP, ML y NJ). Se propone que *N. signifer* puede ser sinonimia de *N. burungae*, sinonimia que anteriormente había sido sugerida basándose en caracteres morfológicos por Mound y Marullo en 1996; sin embargo, también se ha sugerido que podrían ser especies diferentes, aunque *N. signifer* solo se conoce de México. Los especímenes de *N. signifer* de México tienen la tibia trasera medialmente de un color más castaño que las muestras de *N. burungae* también de México; el peine de microtriquias en el margen posterior del VII tergito es más corto que en el VIII tergito en *N. signifer* y en *N. burungae* el peine posteromarginal de microtriquios en el VII y VIII tergito, es completo y largo (Hoddle *et al.*, 2012).

Los resultados de la diversidad y abundancia de trips en huertos de Aguacate, en Michoacan señala la presencia de más de una especie, sin embargo, el presente trabajo señala que la taxonomía de este grupo sigue siendo complicada, tanto a nivel morfológico como molecular,

debido a que se encontraron varias inconsistencias entre los dos métodos usados para la identificación, lo que sugiere el uso de otros marcadores moleculares que permitan corroborar las especies de trips, para de esta forma conocer la diversidad de cada una de éstas.

VII. CONCLUSIONES

Existe una alta diversidad de especies de trips en el cultivo de aguacate ‘Hass’ en los municipios de Ario de Rosales, Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Uruapan, Michoacán, con valores mayores de 2.5, ya que a partir de ese valor y de acuerdo con el método de Shanon-Wiener, la diversidad de especies es considerada alta. De esta forma, se encontró mayor abundancia de especies de trips en los muestreos de diciembre, lo cual se relaciona con las fechas de máxima floración en la mayor parte de los huertos del estudio.

Las especies que se presentaron con mayor abundancia fueron *S. perseae*, *S. kupandae* (una forma nueva de *S. perseae*), *N. signifer*, *S. silvícola* (nueva forma de *S. perseae*), *F. occidentalis* y *F. difficilis*. Sin embargo, de acuerdo con las determinaciones con taxonomía tradicional (análisis morfológico) del material de trips y con la posterior corroboración por técnicas moleculares, se sugiere que *Scirtothrips perseae* Nakahara es la especie que predomina, la cual representó el 67% de todo el material determinado. De acuerdo con los datos moleculares obtenidos se propone a *S. silvicola* y *S. zacualtipanensis* como nuevas formas de *S. perseae*. *N. burungae* fue sinonimizado bajo *N. signifer* por Mound y Marullo en 1996, por caracteres morfológicos, dicha sinonimia se refuerza con base a los resultados del presente estudio.

Los resultados de la presente investigación sugieren que el solo usar la identificación morfológica, se podría estar sobreestimando la diversidad específica de trips.

VIII. LITERATURA CITADA

- Altschul, S.F., W. Gish., W. Miller., E.W. Myers., & D.J. 1990. Lipman. Basic local alignment search tool. *J. Molecular Biology* 215: 403-410.
- ASERCA. 2002. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. El aguacate mexicano frente a la apertura del mercado norteamericano. *Claridades agropecuarias*. 110:3-20. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/110/ca110.pdf>
- Ascensión-B. G., H. Bravo M., H. González H., R.M. Johansen N., & E.A. Becerril R. 1999. Fluctuación poblacional y daño de trips en aguacate cv. Hass. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 291-296.
- Ascensión-B. G. 2000. Fluctuación poblacional, daño e identificación de trips del aguacate cv. Hass en Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. México. 82 p.
- Barrientos, P. A.; E. García V., & E. Avitia G. 1996. Anatomía del fruto de aguacate ¿Drupa o Baya?. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2:189-198.
- Barrientos-Priego, A.F. & L. López L. 1998. Historia y genética del aguacate. p. 100-121. En: Memoria. CICTAMEX. S. C. Fundación Salvador Sánchez Colín.
- Bournier, A. 1983. Les Thrips. Biologie, importance agronomique, INRA, Paris. 128 p.
- Ben-Ya'acov, A., A. Solis M. & E. Peri. 1995. Progress of the study of avocado genetic resources. II. The avocado genetic resources in Costa Rica. Program and Book of Abstracts of the World Avocado Congress III. October 22-27, Tel Aviv, Israel. p. 109.
- Bryan, D.F. y R.F. Smith, 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). *University of California Publications in Entomology* 10:359-410

- Cambero, C., O. J., R.M. Johansen N., A. Retana S., O. García M., M. Cantú S., & C. Carvajal S. 2010. Thrips (Thysanoptera) del aguacate (*Persea americana*) en Nayarit, México. *Revista Colombiana de Entomología* 36: 47-51.
- Castañeda, G., E.L., & R.M. Johansen N. 2011. Trips asociados al aguacate en el Estado de México, pp: 53-58. In: *Proceedings VII World Avocado Congress 2011 (Actas VII Congreso Mundial del Aguacate)*, 5-9 de septiembre de 2011. Cairns, Australia.
- Cavalleri, A., & L. A. Mound. 2012. Toward the identification of *Frankliniella* species in Brazil (Thysanoptera, Thripidae). *Zootaxa* 3270: 1-30.
- CESAPEG. 2008. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. Campaña de Manejo Fitosanitario del Aguacatero. SAGARPA-SENASICA. Folleto técnico. 12 p.
- CESAVEM, 2010. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México. Campaña manejo fitosanitario del aguacate: Manejo integrado de los barrenadores del hueso y de ramas. SAGARPA-SENASICA, Folleto técnico. 8 p.
- COMA. 2012. Comisión Michoacana del Aguacate A.C. Sistema Producto Aguacate. Plan Rector Nacional. Uruapan, Michoacán. Disponible en: http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/docs/Plan_Rector_Aguacate_2012.pdf (Consultado el 27 de septiembre de 2014).
- Coria, V.M. 2009. Tecnología para la producción de aguacate. 2ª ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas. Michoacán. México. 222 p.
- Cummings, K., & C. A. Schroeder. 1942. Anatomy of the avocado fruit. *California Avocado Society Yearbook* 26: 56-64.
- Dabert, M., W. Witalinski., A. Kazmierski., Z. Olszanowski., & J. Dabert. 2010. Molecular phylogeny of acariform mites (Acari: Arachnida). Strong conflict between phylogenetic

- signal and long-branch attraction artifacts. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56: 222-241.
- FAO. 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAO'S Statistical Database (En línea). Disponible en <http://faostat.fao.org> (revisado el 18 de octubre de 2014).
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- Fernández, D. E. 2000. El DNA mitocondrial, pp: 1-26. In: Polimorfismos de DNA mitocondrial en poblaciones antiguas de la cuenca mediterránea. Memoria para optar por el grado de Doctor en Biología. Universidad de Barcelona.
- Folmer, O., M. Black., W. Hoeh., R. Lutz., & R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome *c* oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294–299.
- González, H. H., R.M. Johansen N., A. Mojica G., A. R. Valle de la Paz., E. L. Castañeda G., G. Ávila Q., & C. M. Sosa T. 2007. Trips asociados con el aguacate en México, pp: 146-153. En: D. Téliz y A. Mora. *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Ed. Mundi Prensa. 2ª ed. México, D.F.
- Goldarazena, A. s.f. Contribución al conocimiento de la fauna del Orden Thysanoptera (Clase insecta, Orden Thysanoptera) en Euskal Herria. Insstituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Neiker. Disponible en : http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/contenidos/informe_estudio/thysanoptera/es_doc/adjuntos/thrips.pdf

- Hoddle, M. S., K. M. Jetter., & J. G. Morse. 2003. The economic impact of *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae) on California avocado production. *Crop Protection* 22: 485-493.
- Hoddle, M.S., L.A. Mound., P.F. Rugman-Jones., & R. Stouthamer. 2008a. Synonymy of five *Scirtothrips* species (Thysanoptera: Thripidae) described from avocados (*Persea Americana*) in Mexico. *Florida Entomologist* 91: 16-21.
- Hoddle, M.S., J. M. Heraty., P.F. Rugman-Jones., L.A. Mound., & R. Stouthamer. 2008b. Relationships among species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae, Thripinae) using molecular and morphological data. *Annals of the Entomological Society of America* 101: 491-500.
- Hoddle, M.S., L.A. Mound, & D.L. Paris. 2012. Thrips of California. CBIT Publishing, Queensland. Online in http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/browse-species/browse-species.html. *Neohydatothrips burungae* (Hood). Consultado: 22 de noviembre de 2014.
- ICA. 2012. Instituto Colombiano Agropecuario. Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* Mill). Medidas para la temporada invernal. Línea agrícola. 72 p.
- Johansen, N., R. M., & A. Mojica-Guzmán. 1996. Reconsideración del concepto de depredador y parasitoide en tisanópteros mexicanos (Insecta) de interés en Control Biológico Natural. *Folia Entomol. Mexicana* 97 : 21-38.
- Johansen, N., R. M., & A. Mojica-Guzmán. 1998. The genus *Scirtothrips* Shull, 1909 (Thysanoptera: Thripidae, Sericothripini), in Mexico. *Folia Entomol. Mexicana* 104: 23-108.

- Johansen, N., R. M., A. Mojica-Guzmán, y G. Ascensión-Betanzos. 1999. Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos en el aguacatero (*Persea americana* Miller). *Revista Chapingo, serie Horticultura*. 5: 279-285.
- Johansen, N., R. M., & A. Mojica G. 2011. Diversidad de Trips en México. *Métodos en Ecología y Sistemática*. 6(3): 5-14.
- Lacasa, P.A., & J.M. Lloréns C. 1996. Trips y su control biológico. Vol. I. Ed. Pisa Ediciones. Alicante. 218 p.
- Moreno C., E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moritz, G. 1997. Structure, grow and development. Pp. 15-62. In: *Trips a crop pest*. T. Lewis (Ed.). CAB International. Walingford, U.K.
- Mound, L. A., & R. Marullo. 1996. The Thrips of Central and South America: An Introduction. *Memoirs on Entomology International*, 6:1-488.
- Mound, L. A. & D.A.J. Teulon. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunist. *In*: Parker, B. L., Skinner, M. y Lewis (Eds.). *Thrips biology and management*. Plenum, New York, pp: 3-19.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shanon y la riqueza. *Asociación Interciencia, Venezuela*. Vol. 31(8): 583-590.
- Rugman-Jones, P. F., M. S. Hoddle, L. A. Mound, & R. Stouthamer. 2006. Molecular identification key for pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal Economic Entomology* 99: 1813-1819.
- SAGARPA. 2011. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Monografía de cultivos: Aguacate. Disponible en:

- <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Monograf%C3%ADa%20del%20aguacate.pdf> (Consultado el 13 de diciembre de 2014).
- SE. 2012. Secretaría de Economía (SE). Dirección General de Industrias Básicas. Monografía del Sector Aguacate en México: Situación Actual y Oportunidades de Mercado. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx> (Consultado el 27 de septiembre de 2014).
- SENASICA. 2014. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Plagas Reglamentadas del Aguacatero. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4518> (Consultado el 11 de diciembre de 2014).
- Shannon, C. E. & W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL.
- SIAP. 2014. Servicio Nacional de Información Agroalimentaria y pesquera. In: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (En línea). Disponible en www.siap.gob.mx (revisado el 22 de septiembre de 2014).
- Smith, C.E. J. 1966. Archeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany* 20: 169-175.
- Tamura, K., D. Paterson., N. Peterson., G. Stecher., M. Nei., & S. Kumar. 2011. MEGA5: Molecular genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.
- Téliz, D. & A. Mora. 2007. *El aguacate y su manejo integrado*. 2ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa. México. 321 p.
- Timm A. E., M. Stiller., & J. E. Frey. 2008. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) in Southern Africa. *African Entomology* 16: 68-75.

- Valle De la Paz. A.R., H. Bravo M., H. González H., R.M. Johansen N., A. Mojica G. & M. Valle De la P. 2003. Trips (Thysanoptera) en huertos de aguacate (*Persea americana* Miller) cv. Hass en Michoacán, México. pp: 481-486. En: Actas, Vol. II. V Congreso Mundial de Aguacate. 19-24 de octubre. Granada, Málaga, España.
- Whittaker, R.H. 1960. Vegetation in the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecol. Monogr. 30: 279-338.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21(2/3): 213-251.
- Williams, L.O. 1976. The botany of the avocado and its relatives. pp. 9-15. In: Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. University of Florida, Gainesville, Florida. USA.