



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

Identificación de Chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) asociadas con el aguacate en el estado de Morelos, México.

ROSA MARÍA DE GUADALUPE QUEZADA DANIEL

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2015

La presente tesis, titulada; **Identificación de Chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) asociadas con el aguacate en el estado de Morelos**, realizada por la alumna: **Rosa María de Guadalupe Quezada Daniel**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

ASESOR



MC. JORGE MANUEL VALDEZ CARRASCO

ASESOR



DRA. MARÍA GRACIELA GONZÁLEZ SANTAROSA

ASESOR



DR. LUIS ANTONIO TURCIOS PALOMO

ASESOR



DR. ANGEL LAGUNES TEJEDA

Montecillos, Texcoco, Estado de México, Diciembre 2015

IDENTIFICACIÓN DE CHICHARRITAS (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) ASOCIADAS CON EL AGUACATE EN EL ESTADO DE MORELOS

Rosa María de Guadalupe Quezada Daniel, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015.

RESUMEN

Los cicadélidos conforman un grupo de insectos con una gran diversidad, y constituye la familia más grande de Auchenorrhyncha. Existen especies consideradas plagas agrícolas, estas ocasionan daños producidos por su alimentación y algunas tienen la capacidad de transmitir fitopatógenos. El aguacate (*Persea americana*) es un cultivo económicamente importante y México es el principal productor a nivel mundial. Esta planta es atacada por un gran número de organismos plaga y debido a su constante expansión, cada vez aparecen nuevas especies plagas. Solo una especie de cicadélido es reportada previamente en aguacate; sin embargo, otras especies de este grupo hasta el momento desconocidas se encuentran provocando daños a la planta. El objetivo de esta investigación fue la identificación de especies de cicadélidos asociados con el aguacate en la zona productora del estado de Morelos, México, y correlacionar su presencia con los daños observados en campo. El muestreo se realizó en 5 huertos ubicados en diferentes localidades y gradientes altitudinales mediante colectas directas con aspirador e indirectas mediante trampas adhesivas. Al mismo tiempo se realizaron observaciones de hábitos y síntomas presentes en hojas de aguacate. Como resultado se identificaron cinco especies de la subfamilia Typhlocybae, *Idona minuenda*, *Alconeura candida*, *Joruma krausi*, *Empoasca angustella* y *Empoasca deskina*. Las últimas cuatro representan un nuevo registro para este cultivo. Los síntomas en hojas ocasionados por su alimentación se pueden diferenciar entre los géneros.

Palabras claves: Daños, Plaga, Typhocybae.

**IDENTIFICATION LEAFHOPPERS (HEMIPTERA: CICADELLIDAE)
ASSOCIATED WITH AVOCADO IN THE STATE OF MORELOS**

Rosa María de Guadalupe Quezada Daniel, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015.

ABSTRACT

Cicadellidae is a group of insects with great diversity forming the largest family of Auchenorrhyncha . There are species considered important pests, these cause damage by their feeding and some have the capacity to transmit plant pathogens. Avocado (*Persea americana*) is an economically important plant and Mexico is the main producer worldwide. This plant is attacked by a large number of pest organisms and due to its continued expansion, new species include it in their diet. Only one species of leafhopper has been previously reported in avocado, however, other species of this group so far unknown are causing damage to the foliage. The main objective of this study was to identify species of leafhoppers associated with avocado in the producing area of the state of Morelos, Mexico, and correlate their presence with the damage observed in the field. Sampling was performed in 5 orchards located at different localities and altitudinal gradients through direct and indirect collections by aspirator and sticky traps respectively. At the same time, observations of habits and symptoms present in avocado leaves were made. As a result, five species of the subfamily Typhlocybinae were identified, *Idona minuenda*, *Alconeura candida*, *Joruma krausi*, *Empoasca angustella* and *Empoasca deskina*. The last four represent a new record for this crop. Symptoms caused by sheet feeding can differentiate between genera.

Key words: Damage, Pest, Typhlocybinae.

AGRADECIMIENTOS

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

Al Colegio de Posgraduados y al Posgrado de Fitosanidad, por admitirme y formarme como parte de su comunidad.

Al Dr. Néstor Bautista Martínez, Dra. María Graciela González Santarosa, Dr. Luis Turcios, M.C. Jorge Manuel Valdez Carrasco, y Dr. Angel Lagunes Tejeda por su apoyo incondicional, tiempo y sugerencias para concluir el proyecto de investigación.

Biol. Jorge Adilson por el apoyo para la identificación de las especies.

A D. Dmitriev (INHS, USA), por la corroboración del material determinado.

Al Dr. Jesús Romero Napoles y Dr. Lomelí por las sugerencias, tiempo y apoyo para el desarrollo de la investigación.

A cada uno de los productores y dueños de las huertas donde se llevo el presente estudio; Ariel, Gabriel Abdon, Heber, Genaro, Domingo, Búlmaro y al Ing. Salvador por el material vegetal proporcionado para el desarrollo y acondicionamiento de las especies.

Al Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Morelos (Aguacate) por las facilidades otorgadas para llevar a cabo dicho estudio.

A mis estimados: Manuel, Reyna, Lulú, Yogo, Jorge, Ana, Bolon, Tonchis, Edith y a cada una de las personas que aportaron para el desarrollo de este proyecto; A Dany, Marthita, Alfredo, Lauro, Agosto, Patricio, Pau, y Marisol, Berestrain, Trini, Silvia, Pablo, Karla, MC. Enrique y todo el personal de transportes.

DEDICATORIA

La familia es el tesoro más grande que uno puede obtener, sin ella es imposible conseguir la fuerza para lograr las metas.

A mis padres:

Francisco† y **Rosa María†**, gracias por ser un excelente ejemplo de sacrificio y esfuerzo. Siempre estarán en mi mente y alma.

A mis pequeños hijos:

Francisco y Karla que son el amor de mi vida. Plasmo mis días de ausencia con ilusión de guiar sus pasos y hacer de ustedes personas de bien.

A ti **Jesús Emigdio** con mucho amor. El trayecto fue corto, sin embargo no lo hubiera logrado sin tu apoyo. Gracias por estar siempre a mi lado.

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| LISTA DE CUADROS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 1.1 Aspectos de importancia del cultivo. | 4 |
| 1.1.1 Producción Nacional | 5 |
| 1.1.2 Producción de aguacate en Morelos..... | 5 |
| 1.2 Descripción general del cultivo..... | 5 |
| 1.3 Problemas fitosanitarios | 6 |
| 1.4 Familia Cicadellidae | 8 |
| 1.4.1 Ubicación taxonómica de la familia Cicadellidae..... | 8 |
| 1.4.1.1 Cabeza | 9 |
| 1.4.1.2 Aparato bucal | 9 |
| 1.4.1.3 Torax | 10 |
| 1.4.1.4 Alas | 11 |
| 1.4.1.5 Patas | 11 |
| 1.4.1.6 Abdomen | 12 |
| 1.4.1.7 Genitalia | 12 |
| 1.4.2 Daños por Cicadélidos | 13 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODO | 15 |
| 3. RESULTADOS | 18 |
| 3.1 Identificación de especies de Chicharrita asociadas con el Aguacate. | 18 |
| 3.2 Abundancia de especies de Chicharrita, asociadas con el Aguacate. | 29 |
| 4. DISCUSIÓN | 37 |
| 5. CONCLUSIONES | 39 |
| 6. LITERATURA CITADA | 39 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Tribus, Géneros y Especies de cicadélidos asociados con el aguacate colectados en las seis huertas en el estado de Morelos de Octubre de 2014 a Octubre de 2015..... | 18 |
| Cuadro 2. Total de individuos capturados con trampas amarillas por especie en los 6 sitios de estudio..... | 30 |
| Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura, y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de San Miguel, Tetela del Volcán, Morelos..... | 35 |
| Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de El Calabazo, Tetela del Volcán, Morelos..... | 35 |
| Cuadro 5. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de Coaco chico, Tetela del Volcán, Morelos. | 36 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Alas de cicadélidos. A) ala anterior; B) ala posterior (Cwikla y freytag, 1983). | 11 |
| Figura 2. A-E, Nomenclatura de setas en tibia trasera derecha, vista posterior; F y G, femur de la pata delantera, vista anterior (Adaptado de Dietrich, 2005)..... | 12 |
| Figura 3. Genitalia de macho; A) Vista ventra, B) Vista lateral. Adaptado de Blocker y Triplehorn, 1985. | 13 |
| Figura 4. <i>I. minuenda</i> (macho); A) vista dorsal, B) genitalia. | 19 |
| Figura 5. Daño ocasionado por <i>I. minuenda</i> en hoja de aguacate. | 21 |
| Figura 6. <i>A. candida</i> (macho); A) vista dorsal, B) genitalia | 22 |
| Figura 7. <i>J. krausi</i> (macho); A) vista dorsal, B) genitalia..... | 24 |
| Figura 8. Daño provocado por <i>J. krausi</i> | 25 |
| Figura 9. <i>E. angustella</i> (macho); A) adulto vista dorsal, B) genitalia. | 26 |
| Figura 10. Daño provocado por <i>E. angustella</i> y <i>E. deskina</i> | 27 |
| Figura 11. <i>E. deskina</i> (macho); adulto vista dorsal, b) genitalia..... | 28 |
| Figura 12. Número de chicharritas por sitio de estudio en el municipio Tetela del Volcán, Morelos. | 30 |

| | |
|---|----|
| Figura 13. Fluctuación poblacional de las especies de chicharritas en cada uno de los sitio de estudio (01/May-15/Nov / 2015)..... | 31 |
| Figura 14. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio San Miguel ubicada a un nivel altitudinal de 1946 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa promedio. | 32 |
| Figura 15. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio El calabazo ubicada a un nivel altitudinal de 2195 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa..... | 33 |
| Figura 16. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio Coaco chico ubicada a un nivel altitudinal de 2598 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa | 34 |

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana Mill*) es un fruto con alta demanda nacional e internacional, de origen Mesoamericano. Este cultivo, de la familia Lauraceae (William, 1976) representa para México una fuente de empleos y divisas importante (Téliz *et al.*, 2000).

Estadísticas recientes por la FAOSTAT (2014) ubican a México como el principal productor y exportador de aguacate a nivel mundial. Se estima que en el año 2013 de los 4,717,102.00 t de aguacate producidas en el mundo, México aportó el 31.1% (1,467,837 t) con un valor de la producción de \$ 17,801,513.49 obtenidas en una superficie sembrada de 175,939.76 ha. En las exportaciones del 2012 México participó con el 47 % del total de las exportaciones realizadas en el mercado internacional.

A nivel nacional, los principales estados productores son; Michoacán, Jalisco, México, Nayarit y Morelos, este último estado representa un porcentaje mínimo de la producción nacional, sin embargo, se encuentra fomentando la generación de nuevos huertos, mejorando la producción y los requerimientos fitosanitarios normalizados por la SAGARPA (SIAP, 2014).

El cultivo del aguacate se encuentra vinculado a factores bióticos y abióticos que favorecen o limitan su producción, tal es el caso de plagas insectiles, algunas de importancia económica consideradas plagas cuarentenarias, las cuales limitan la movilización y comercialización del fruto, generando un impacto económico al gremio por las prácticas fitosanitarias que se

emplean para su manejo y control (Equihua, 2007; CESAVEM, 2010). Otras plagas solo se presentan de forma ocasional, y pocas veces pueden afectar la producción, tal es el caso de las chicharritas (González *et al*, 2000), cicadélidos o Leafhopper como son llamados también.

Los cicadélidos son insectos fitófagos del orden Hemiptera, suborden Auchenorrhyncha, de la familia Cicadellidae con aparato bucal picador-chupador que se alimentan de fluidos vegetales, es un grupo amplio y diverso con 22,000 especies distribuidas mundialmente (McKamey, 2002), agrupa especies reportadas como plagas de importancia agrícola por los daños causados de forma directa a cultivos por su acción de sus estiletes al succionar la savia de los tejidos vegetales (Backus, 1985), por la secreción de fluidos salivales (Backus *et al.*, 2005); por el ovipositor que puede causar daños que van de la necrosis hasta alteraciones fisiológicas (Nielson, 1968; Nault & Ammar, 1989), y por su capacidad para la transmisión de fitopatógenos (fitoplasmas, bacterias, virus) (Purcell, 1982; Crosslin, 2013). Daños que tienen por consecuencia la reducción en el vigor y la producción del cultivo (Chelliah y Basheer, 1965). La familia Cicadellidae es una de las familias con mayor especies vectoras de fitoplasmas reportados (Nielson, 1979; Weintraub y Gross, 2013).

En México, la especie *Idona minuenda* se ha reportado en aguacate en los estados de Michoacán (González *et al*, 2000) y Tamaulipas (Triapitsyn, 2000) como plaga secundaria por el daño directo que ocasiona en el envés de las hojas (puntos cloróticos) a causa de su mecanismo de alimentación y/o oviposición (Triapitsyn, 2000;), sin embargo el daño no se ha reportado como severo en los huertos. Backus *et al.*, (2005) denomina como “Stippling” y “hopperburn” los daños ocasionados por fitofagia de cicadélidos.

Recientemente se ha observa un incremento en la diversidad y poblaciones de cicadélidos en huertos de aguacate, en consecuencia, se ha observado un impacto económico en el cultivo. En el presente trabajo, se propone identificar las especies de chicharritas que se asocian con el aguacate, y caracterizar en campo los daños ocasionados, con el propósito de establecer una base para desarrollar trabajos posteriores y de esta manera establecer medidas de prevención y control.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Aspectos de importancia del cultivo.

El aguacate es uno de los cultivo con importancia en el mercado internacional. Posee un amplio mercado, su consumo es demandante en fresco y para la agroindustria, de tal forma que la demanda se ha incrementado en los últimos 20 años (APEAM, 2014).

Para el años 2013, la producción mundial del aguacate se estimo en 4,717,102 t distribuidas en un área de 516,485 ha. De dicha producción, México representó el 31.3 % del volumen total, con 1,467,837 t valuadas en \$ 45,596.87 (FAOSTAT, 2014). Cifras que lo posesionan como el principal productor de este fruto ante el resto de los países, de la misma forma en las exportaciones, se ubica como el principal comercializador de aguacate representando en el año 2012 el 47% de las exportaciones mundiales. Sus principales mercados por más de cinco años han sido Estados Unidos, Japón y Canadá (FAOSTAT, 2014).

En el primer semestre de 2015, México registra una producción de aguacate de 1,277,238 t y el valor de las exportaciones que ascienden a 972,581 miles de dólares (SE, 2015), de tal manera que para finales del 2015 seguirá en la posición de líder mundial sin detener su actividad .

La importancia socioeconómica que deriva de este fruto, es el beneficio que representa para el país, en la generación de divisas y empleos en los diversos eslabones de la cadena agroalimentaria del aguacate, y se fortalece con el crecimiento permanente del mercado internacional (Téliz *et al.*, 2000). Para el 2014 la cadena genero 187 mil empleos directos, con seis millones de jornales anuales, y 70 mil familias beneficiadas.

1.1.1 Producción Nacional

En México el aguacate por su valor de la producción se ubica como el tercer cultivo de importancia agrícola, después de maíz en grano y caña de azúcar (SIAP, 2014). En el año 2014 la producción nacional osciló entre los 1,520,694.50 t, con un valor de \$ 20,715,986.37 en una superficie de 175,939.76 ha y un rendimiento promedio de 9.89 toneladas por hectárea. La producción nacional se lleva a cabo en 26 estados de los cuales, Michoacán destaca como el principal productor, seguido por Jalisco, México, Nayarit y Morelos.

1.1.2 Producción de aguacate en Morelos

En el estado de Morelos, la producción de aguacate Hass es una de las principales actividades productivas (CESVMOR, 2011). En el año 2014, la producción en el estado ascendió a 27,656.05 t en una superficie de 3,763.00 ha, lo que representa 2% de la producción nacional. La producción en el estado se enfoca básicamente en tres municipios; Ocuilco, Tetela del Volcán y Yecapixtla (SIAP, 2014).

En el año de 1997 el estado de Morelos comenzó con el desarrollo de un plan de trabajo para la exportación de aguacate Hass, trabajo que se comenzó a consolidar en el año 2014 con las primeras exportaciones de este fruto a la Unión Europea, situación que ha permitido fomentar la generación de nuevos huertos, mejorando la producción y los requerimientos fitosanitarios normalizados por la SAGARPA. Tetela del Volcán se ubica como el segundo municipio productor de aguacate y se encuentra integrado por cuatro zonas geográficas: Tetela del Volcán (cabecera municipal), Xochicalco, Tlamimilulpan y Hueyapan, destacando las tres primeras localidades.

1.2 Descripción general del cultivo

El aguacate (*Persea americana*) pertenece a la familia Lauracea del género *Persea*. De acuerdo a William (1976), el aguacate es nativo de las regiones altas del centro y este de

México y región alta de Guatemala y la expansión de este fruto por varias regiones de México y centro América, fue resultado de su domesticación.

Se consideran tres razas de aguacate dentro *Persea americana* Mill: la Mexicana, la Guatemalteca y la Antillana (William, 1977). Sin embargo existe una diversidad genética la cual puede estar suscitada por las diferentes condiciones ambientales, de acuerdo a esta adaptación, las variedades se dividen en subtropicales y tropicales (Barrientos *et al*, 2007). La variedad Hass se encuentra dentro del grupo de las subtropicales, y es la más comercial, por su excelente productividad y resistencia a plagas.

La producción y la calidad del fruto esta relacionado a un conjunto de factores agroambientales (Coria, 2008), tales como la altitud (Benacchio, 1982; Martínez, 1998), temperatura (Whiley and Winston, 1987; Lovatt, 1990), luminosidad (Coutanceau, 1964; Benacchio, 1982), precipitación (Anguiano *et al* , 2007), humedad relativa (Gardiazabal, 2004; Tapia *et al*, 2014), suelo (Gardiazabal, 2004; Aguilera- Montañez, 1991), los cuales actúan en cada una de las fases fenológicas de acuerdo al requerimiento del cultivo tales como; la iniciación y diferenciación floral, flujo de crecimiento vegetativo, amarre y caída de fruto, crecimiento y madurez del fruto, crecimiento de raíces, abscisión de hojas que de acuerdo a Wolstenholme and Whiley (1989), fases que se presentan durante el año.

1.3 Problemas fitosanitarios

El aguacate es afectado por una gran diversidad de factores que durante su etapa de desarrollo limitan su productividad y calidad. La presencia de insectos plagas es uno de ellos, ya que algunas plagas tienen elevado impacto económico debido a las prácticas fitosanitarias que se aplican para su manejo y control (Equihua, 2007; CESAVEM, 2010). Los daños por plagas pueden ser ocasionados de forma directa e indirecta a la producción y pueden ser devastadores si no se controlan de forma oportuna (APEAM, 2014).

Los problema fitosanitarios se agrupan en plagas primarias y secundarias, las primeras incluye a plagas cuarentenarias y de importancia económica, estas limitan la movilización y comercialización de la fruta, su distribución es en zonas específicas que favorecen su desarrollo. Las plagas secundarias se consideran aquellas que se presentan de forma ocasional o se presentan a niveles subeconómicos, aunque puede contribuir a reducir el vigor y afectar la producción (González *et al.*, 2000).

Como plagas cuarentenarias del aguacate en México se considera al barrenador pequeño del hueso (*Conotrachelus persea* y *Conotrachelus aguacatae*), barrenador de rama (*Copturus aguacatae*), barrenador del hueso (*Heilipus lauri*) y la palomilla barrenadora de hueso (*Stenoma catenifer*). Las antes mencionadas son un obstáculo para la obtención de una calidad fitosanitaria, por ello existen medidas fitosanitaria que permiten la protección de zonas productoras de aguacate (SENASICA, 2014). González *et al.*, (2000) incluye en la lista de las plagas de importancia económica a los trips (Thripidae), ácaros (*O.punicae* y *O. perseae*) y agalla de la hoja (*Trioza anceps*) .

Las plagas secundarias se encuentran presentes de forma continua y sus poblaciones suelen ser bajas sin ser sujetos a medidas de control. Dentro de este grupo se considera a lepidópteros defoliadores (*Copaxa multifenestrata*, *Papilio garamas*, *Pyrrohyge chalybea*), succionadores de savia como escamas armadas (Diaspididae), escamas blandas (Coccidae), moscas blancas (Aleyrodidae), piojo harinoso (Pseudococcidae) (Equihua *et al.*, 2007), Minador de la hoja (*Gracillaria perseae*) chicharritas (*Idona minuenda*) (González *et al.*, 2000; Triapitsyn, 2000).

El cultivo se encuentra respaldado por medidas de prevención y control para plagas que representan una amenaza para la producción y su comercialización a través de la NOM-066-FITO-2002 (SENASICA, 2014).

1.4 Familia Cicadellidae

Los cicadélidos comúnmente llamados chicharritas (leafhopper), es un grupo de tamaño pequeño (2 a 32 mm) y frágiles de colores brillantes (Triplehorn & Johnson, 2005; Metcalf, 1964) del orden Hemiptera (Nielson, 1985), se consideran de importancia agrícola debido a su mecanismo de alimentación, por el cual poseen la habilidad de transmitir fitopatógenos (virus, fitoplasmas, bacterias) (Purcell, 1982) y/o provocar daños directos al succionar la savia de los tejidos; y de esta forma producir un debilitamiento general en la planta (Freytag y Sharkey 2002; Backus *et al.*, 2005), que tendrá por consecuencia la reducción en el vigor y la producción del cultivo (Chelliah and Basheer, 1965).

De acuerdo con Weintraub and Gross (2013) la familia de Cicadellidae, Cixiidae y Psyllidae son hemípteros con mayor especies vectoras de fitoplasmas. Es común encontrarlos en bajas poblaciones pero eventualmente pueden presentarse como plagas (Drosopoulos *et al*, 1987), ocasionado daños económicos en cultivos como frijol, maíz (Nault, 1980; Nault, 1989), jitomate, alfalfa, vid, trigo (An *et al.*, 1991.), algodón y arroz (Backus *et al.*2005). Además de la transmisión de fitopatógenos, pueden ocasionar daños al alimentarse y al ovipositar en los tejidos vegetales provocando alteraciones fisiológicas (Nielson, 1968; Nault and Ammar, 1989).

1.4.1 Ubicación taxonómica de la familia Cicadellidae

Phyllum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden Hemiptera

Suborden: Auchenorrychea

Superfamilia: Membracoidea

Familia: Cicadellidae

Morfología

El tamaño de los ejemplares de esta familia es variable y suelen medir de 2 a 32 mm de longitud, de acuerdo a la subfamilia y/o género (Metcalf, 1968). La subfamilia Typhlocybae agrupa las especies más pequeñas de los cicadélidos con una longitud menor a los 5 mm (Dietrich, 2005). Una característica de estas especies es la presencia y posición de las espinas en la parte dorsal de la tibia posterior, donde se pueden observar cuatro hileras, otra característica es la producción de “Brocosomas” sustancia formada en una región especializada de los tubos de Malpighi, la cual es desplazada en el cuerpo como forma de protección hidrófobo (Metcalf, 1968).

1.4.1.1 Cabeza

La cabeza es variable en forma entre los cicamorfos, principalmente en chicharritas. Se encuentra conformada por la corona que es la parte dorsal entre los ojos y dividida por una sutura coronal. Los ojos varían en forma y tamaño. Los ocelos varían en su posición con respecto a los ojos. El clipeo se divide por la sutura clipeal transversal en anteclipeo y postclipeo. Anteclipeo, es la parte inferior de la cara, y lateralmente a este se encuentra el Lora (placas mandibulares) de forma y tamaño variado. Postclipeo es la parte más grande y puede fusionarse con la frente o estar separado por la sutura epistomal transversal. En la mayoría de los miembros la gena y placas maxilares se encuentran fusionadas, pero en algunos grupos se observan separados por una sutura (Dietrich, 2005).

1.4.1.2 Aparato bucal

Se encuentra formado por piezas bucales tales como labro, labio y cuatro estiletes, los cuales se encuentran modificados para perforar y succionar la savia de las plantas. Carecen de palpos maxilares y labiales. El precibario y cibario funcionan en coordinación con las piezas bucales (Backus, 1985).

El labro es un apéndice triangular que se localiza encima del labio y una parte de la base unida al anteclypeo. La parte interna es dentado formando los canales de los estiletes por donde salen de la cabeza (Backus, 1985).

El labio es un apéndice segmentado tubular que tiene un canal en la superficie interna que alberga los estiletes. Este posee varias setas largas, y sensillas labiales que tienen función sensorial (Backus, 1985).

Los estiletes son las partes bucales que penetran los tejidos vegetales, son cuatro y son una modificación de las mandíbulas y maxilas. Los estiletes maxilares forman el canal de alimentación (dorsal) que es mucho más pequeño que el canal salivario (ventral), en la punta los estiletes maxilares se unen para formar un solo canal, donde los estiletes mandibulares se encuentran fuera de los estiletes maxilares envolviendo a estos (Backus, 1985).

Cada estilete mandibular tiene crestas concéntricas en la punta formando espinas, lo que lo hace distinguible. Los cuatro estiletes son puntiagudos, si se remueve un par el otro queda solo formando una curva, especialmente el estilete maxilar. Dentro de los canales hay presencia de dentritas. Una característica particular es la longitud de sus estiletes mandibulares que son más cortos que los maxilares (Backus, 1985).

1.4.1.3 Torax

El pronoto es variable en formas, textura y proporción entre especie. Poseen un proceso posterior desarrollado que oculta el escutelo parcial o completamente. (Dietrich, 2005). Es un esclerito transversal (Cwikla y Freytag, 1983).

El mesonotum y escutelum se encuentran divididos por la sutura escutelar, suele variar en tamaño de dimensión oculta por el pronoto. Los escleritos pleurales como proepisternum, la mesepisternum, y mesepimeron, pueden variar en proporción (Dietrich, 2005). El mesonotum se encuentra dividido en la parte dorsal por dos escleritos; escudo y escutelum, este último de

forma triangular en la parte frontal se observa una precosta mesotoracica (esclerito transversal separado del resto del mesonoto por una sutura antecostal), y lateralmente se encuentra la pleura mesotoracica dividida en anepistermo y katepistermo (Cwikla y Freytag, 1983).

1.4.1.4 Alas

Las alas anteriores y posteriores varían en tamaño, textura, forma y venación. Estas estructuras morfológicas son de valor taxonómico por el patrón de venación y la forma de las celdas (Dietrich, 2005) (Fig. 1).

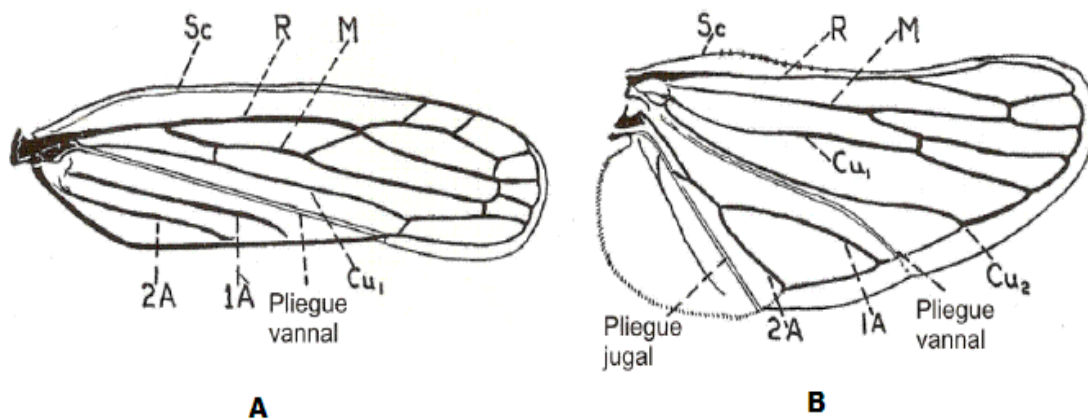


Figura 1. Alas de cicadélidos. A) ala anterior; B) ala posterior (Cwikla y Freytag, 1983).

1.4.1.5 Patas

Están conformadas por coxa, trocánter, femur, tibia y tarsos. Son variables en forma, tamaño y poseen una o más filas de pequeñas espinas extendidas a lo largo de la tibia trasera (Triplehorn & Johnson, 2005). Existe variación en la posición de las setas (quetotaxia) y las formulas setales son de uso taxonómico para algunos grupos. De acuerdo a Rakitov (1998), las setas están etiquetadas por su posición considerando que la pata se extiende perpendicular al cuerpo; anterodorsal (AD), posterodorsal (PD), anteroventral (AV) y posteroventral (PV)

(Fig.2 A- E). El femur también puede llevar hileras de setas anteromedial (AM) y intercalar (IC) (Fig.2 F,G) (Dietrich, 2005).

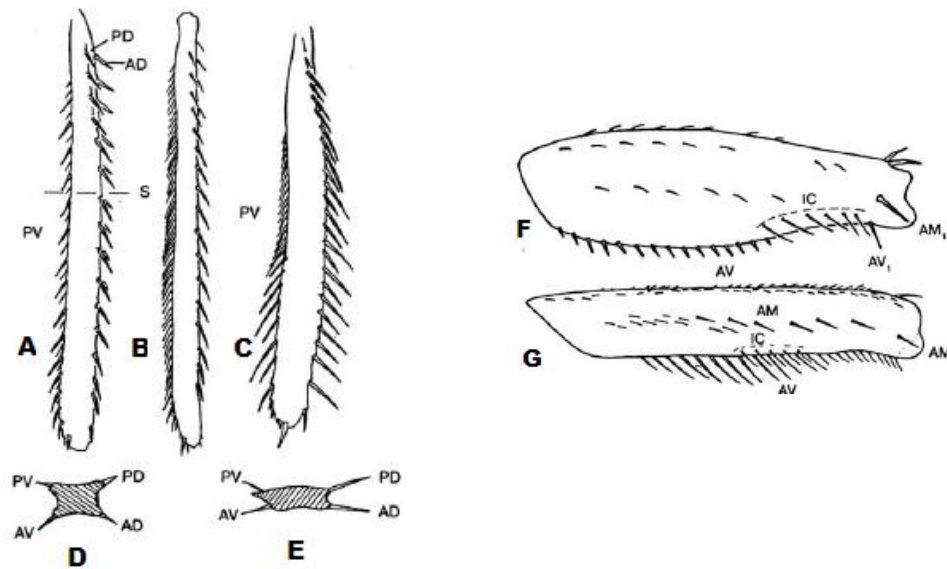


Figura 2. A-E, Nomenclatura de setas en tibia trasera derecha, vista posterior; F y G, femur de la pata delantera, vista anterior (Adaptado de Dietrich, 2005).

1.4.1.6 Abdomen

Los segmentos basales del abdomen y partes adyacentes del metatórax se modifican, principalmente en machos para la producción de sonidos. Los órganos receptores de sonidos en cicadas son localizados en la parte ventral de la base del abdomen y pueden estar ocultos. En algunas chicharritas la forma del apodema en machos se encuentran en los segmentos abdominales I-III, y se encuentra asociado con la producción de señales de cortejo (Dietrich, 2005).

1.4.1.7 Genitalia

La genitalia del macho es la estructura morfológica con mayor valor taxonómico que permite la identificación a nivel especie de un cicadélido. Consta del Pygofer o válvula que pueden

estar separados o no por una sutura. El pygofer varía en forma y posición de setas, puede llevar varios lóbulos o procesos. Se tiene un par de lóbulos posteroventral llamadas placas subgenital conectados al margen posterior de la válvula; varían en forma, posición de setas, y en el grado de fusión entre sí y a la válvula, su función es la protección del edeago y sujetar a la hembra durante la cópula. Las partes esclerotizadas consisten en un par de estilos laterales, un conectivo y un edeago los cuales varían en forma, tamaño y pueden presentarse modificados con diversos procesos y estructuras accesorias. El segmento X forma la mayor parte del tubo anal, estructura variable en especies (Dietrich, 2005).

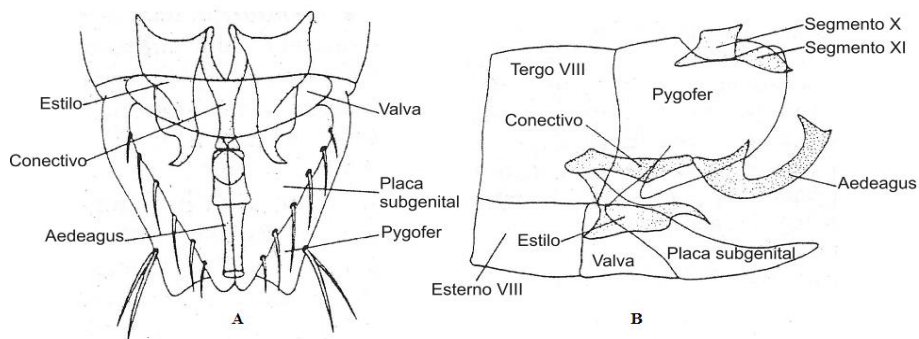


Figura 3. Genitalia de macho; A) vista ventra, B) vista lateral. Adaptado de Blocker y Triplehorn, 1985.

1.4.2 Daños por Cicadélidos

De acuerdo a Triplehorn & Johnson (2005), son cinco tipos de daños que pueden ocasionar los cicadélidos en cultivos.

1. Amarillamiento en las hojas ocasionada por la succión continua de clorofila lo que provoca la coloración o bien manchas blancas. Daño observado principalmente por especies del género *Erythroneura*, *Typhlocyba* y *Empoasca*.
2. El mecanismo de acción de los estiletes bucales interviene en la fisiología de la planta y por lo tanto se deterioran las células vegetales ocasionando problemas en el transporte de

los fluidos vegetales a las hojas, lo que resulta el oscurecimiento de la parte exterior de la hoja hasta llegar a una necrosis. Este daño es típico de *Empoasca fabae*.

3. Daño ocasionado por la oviposición en ramas o nervaduras, lo que ocasiona necrosis de la parte terminal de la hoja. Especies de *Gypona* causan este tipo de daño.
4. Retraso en el crecimiento y presencia de hojas enchinadas que resulta por el tipo de alimentación de los cicadélidos.
5. Su capacidad de transmisión de fitopatógenos hace de algunos vectores de patógenos causantes de enfermedades como Aster amarillo, enanismo amarillo de la papa, Pierce de la uva, rizado de la caña de azúcar, necrosis del floema del olmo, tal es el caso de especies de la subfamilia Agallinae, Cicadellinae y Deltocephalinae.

Backus *et al* (2005) señala dos tipos de daños ocasionados por la alimentación de cicadélidos y los denomina “Hopperburn” y “stippling” (Backus, 1985). El “Hopperburn”, lo define como una enfermedad no contagiosa expresada por la planta a la penetración de los estiletes en las estructuras vegetales al extraer la savia, y sus síntomas son; punta marchita en cultivos de corta edad, clorosis en hojas, defoliación, retraso del crecimiento; algunas plantas muestran síntomas más específicos. Estos síntomas están muy asociados a las especies del género *Empoasca*. “Stippling” es causado por la ruptura de estructuras celulares del mesofilo para la obtención del contenido, dejando marcas redondas de color blanco-plateado. Estos síntomas son comunes en varias especies de la subfamilia de Typhlocybinae, tal como *Empoasca abrupta* y *Zyginidia scutellaris* a los cuales les dan el nombre de “Stipplers” (Backus *et al* 2005).

2. MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio. La investigación se realizó en la zona productora de aguacate Hass ubicada en el municipio de Tetela del Volcán, Morelos. Se subdividió en 6 localidades con diferente gradiente altitudinal: San Miguel (N 18°50' 27.204" W 98°44' 46.895", 1946 msnm), Potrero Leo (N 18°51' 5.320" W 98°44' 11.615", 2089 msnm), El Calabazo (N 18°52' 5.325" W 98°44' 5.244", 2195 msnm), Xochicalco (N 18°53' 26.628" W 98°44' 21.66", 2198 msnm), Tlamimilulca (N 18°55' 21.216" W 98°44' 40.731", 2423 msnm) y Coaco Chico (N 18°55' 7.896" W 98°42' 16.379" 2598 msnm). La edad aproximada de los árboles fue de 5-8 años con una altura de cinco a seis metros.

Método de Colecta y trampeo. La captura de los cicadélidos se llevó a cabo mediante dos metodologías. La primera fue mediante muestreo dirigido utilizando un aspirador bucal. Se seleccionaron 5 árboles aleatoriamente por huerto a los que les realizó el aspirado cada 15 días del 1 de octubre de 2014 al 1 de octubre de 2015 poniendo énfasis en hojas que manifestaban síntomas de fitofagía por estos insectos. Mediante esta metodología se comprobó que las chicharritas capturadas se alimentaban de las hojas del aguacatero ya que en las mismas se podrían observar todos los estados de desarrollo de cada especie. El material obtenido se conservó en alcohol al 70% en viales, para después ser trasladado a las instalaciones del Colegio de Posgraduados campus Montecillos para su posterior identificación. Los especímenes adultos se separaron por morfoespecies de acuerdo a color, tamaño y forma.

El segundo método utilizado fue mediante trampas amarillas (14.7 x 23.7 cm) impregnadas con pegamento Spider® plus. Se eligieron cinco árboles por huerto con una distribución en cinco de oros. Se colocó una trampa por árbol en el interior del dosel a una altura de 2.5 m del suelo. El trampeo se llevó a cabo del uno de mayo al 15 de Noviembre del 2015. Las trampas se revisaban y remplazaban cada 15 días. Esta metodología se utilizó para tener un estimado de la abundancia de cada especie ya identificada en el muestro directo. Las demás especies de cicadélidos capturadas en la que no se corroboró la asociación directa con

el aguacatero fueron descartadas en este estudio. Los totales de las capturas fueron cuantificados por localidad.

Identificación taxonómica. Se usó la genitalia del macho, empleando dos metodologías comparativas, en ambas se extrajeron los últimos dos segmentos abdominales del macho para obtener la genitalia.

En la primera metodología, se maceró la genitalia con KOH al 10%, temperatura de 80°C por 3 minutos, después se realizaron dos lavados, el primero con agua y el segundo con alcohol al 70%, enseguida se puso en alcohol al 100% por 30 minutos con un cambio a los 15 minutos; después se realizó un lavado a la genitalia con alcohol al 100% y se colocó en Xilol por 5 minutos para una preparación permanente en resina.

En la segunda metodología, los segmentos abdominales separados se colocaron en una gota de fucsina ácida por 15 minutos, después en alcohol al 100% para un primer lavado, se agito continuamente por 10 minutos, se realizó un segundo lavado en alcohol al 80% se retiró la genitalia y se lavó con agua, después se colocó en KOH al 10% a temperatura de 80°C por periodos de 15 a 20 minutos, enseguida se lavó con agua y se colocó en ácido acético por 5 minutos.

La identificación se basó en las claves para determinación de subfamilia y tribu de Dietrich (2005); Ball (1921a), Young (1952), DeLong (1952) y Ruppel and DeLong (1952, 1953) para la determinación de especies.

Para la ilustración de imágenes se utilizó un equipo de microscopia óptica Carl Zeiss Tessovar, con una cámara digital PAXcam 3.0. Los ejemplares de cada una de las especies identificadas fueron montados, etiquetados y depositados en la Colección entomológica del Colegio de Posgraduados. La identificación del material se realizó con el apoyo del Biol.

Jorge Adilson Pinedo y corroborado por Dr. Christopher Dietrich de la Universidad de Illinois en Urbana Champaign, EEUU.

Hábitos y caracterización de los daños producidos por las chicharritas. Se realizaron observaciones de los hábitos y síntomas producidos por las especies de chicharritas asociadas con hojas y brotes del aguacate. Estas actividades se llevaron a cabo durante el período de los muestreos dirigidos mencionados previamente.

Las muestras vegetales recolectadas, tales como brotes y hojas se obtuvieron de las huertas de aguacate donde se observó una mayor población de cicadellidae (Adultos y ninfas). Se trasladaron en hielera a las instalaciones del posgrado de Fitosanidad para realizar la toma de imágenes con el equipo. Las imágenes de los síntomas en hojas y brotes se obtuvieron mediante una cámara Canon EOS 50D.

3. RESULTADOS

3.1 Identificación de especies de Chicharrita asociadas con el Aguacate.

Durante el período de colecta se obtuvo un total de 25 morfotipos de cicadélidos. Sin embargo, el presente estudio se enfocó solo en aquellas especies que presentaron parte, total desarrollo o en alta incidencia en los árboles de aguacate. Se identificaron cinco especies de chicharritas asociadas con el cultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tribus, Géneros y Especies de cicadélidos asociados con el aguacate colectados en las seis huertas en el estado de Morelos de Octubre de 2014 a Octubre de 2015.

| Tribu | Género | Especie |
|--------------|------------------|---|
| Dikraneurini | <i>Idona</i> | <i>minuenda</i> (Ball, 1921) |
| | <i>Alconeura</i> | <i>(Hyloidea) candida</i> (Ruppel & DeLong, 1952) |
| Jorumini | <i>Joruma</i> | <i>krausi</i> (Ruppel & DeLong, 1953) |
| Empoascini | <i>Empoasca</i> | <i>angustella</i> (DeLong, 1952) |
| | | <i>deskina</i> (DeLong & Guevara, 1954) |

Con excepción de la primera especie, todas son nuevo registro para el aguacate como hospedante.

***Idona minuenda* Ball, 1921**

Sinonimia

Empoasca minuenda DeLong, 1931

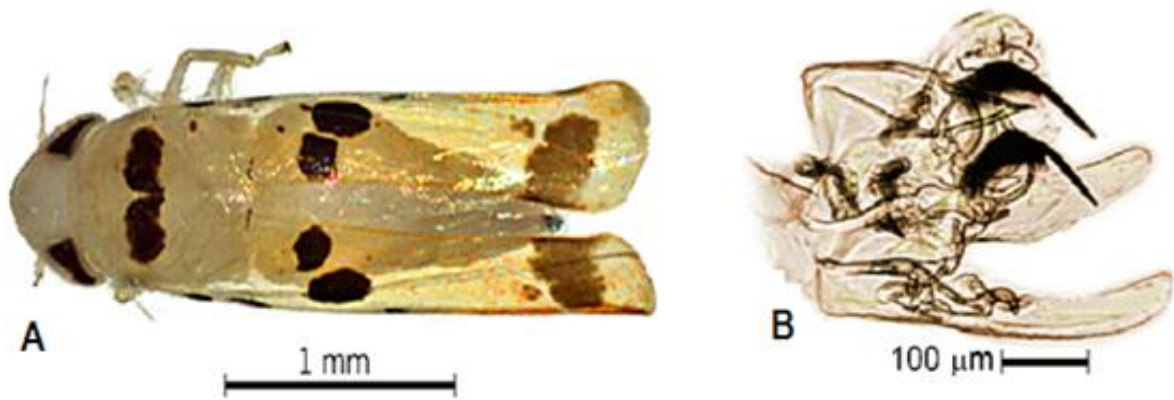


Figura 4. *I. minuenda* (macho); A) vista dorsal, B) genitalia.

La especie de *I. minuenda* pertenece a la Tribu Dikraneurini (McAtee, 1926) de la Subfamilia Typhlocybinae.

Diagnosis

Macho con una longitud de 2.5 mm, coloración ligeramente amarilla con puntos oscuros en las alas, abdomen blanco cremoso; ojos grandes, oscuros y globosos; corona ligeramente pronunciada hacia adelante; pronoto amplio; entre pronoto y escutelo se observan dos manchas negras regulares; alas anteriores traslúcidas con presencia de manchas regulares oscuras; coloración del ala ligeramente amarillo (Fig. 4A).

Genitalia del macho: Pigofer cuadrado no largo, con canal largo en dirección caudal; placas masculinas más largas que el pigofer y estrechos al ápice con macrovellosidades; estilos largos estrechos en la base y parte media engrosada hacia apical; lóbulo principal del estilo muy pronunciado; ápice del estilo ligeramente curvado al exterior y conectivo invertido en forma de “v” (Fig. 4B).

Características: Vena submarginal del ala posterior extendida alrededor del ápice, vena R2+3 presente; Ala posterior con 2 celdas apicales, sin presencia de microvellosidades en el lóbulo apical del estilo.

Material examinado: Tetela del Volcán, Morelos; San Miguel, 11/XI/20014, N 18°50' 27.204" W 98°44' 46.895", 1946 msnm, R.M.G. Quezada D. (4ex). El calabazo, 06/IV/2015, N 18°52' 5.325" W 98°44' 5.244", 2195 msnm, R.M.G. Quezada D., (1ex). Xochicalco, 05/VI/2015, N 18°53' 26.628" W 98°44' 21.66", 2198 msnm, R.M.G. Quezada D. (1 ex). Tlamimilulpan 15/V/2015N, 18°55' 21.216" W 98°44' 40.731", 2423 msnm, R.M.G. Quezada D. (1ex). Coaco chico, 15/VI/2015, N 18°55' 7.896" W 98°42' 16.379", 2598 msnm, R.M.G. Quezada D. (3 ex).

Distribución: Cuba, Haiti (Metcalf 1968), Florida (Ball 1921; Osborn 1921a; DeLong 1931b; Oman 1949a), Illinois (DeLong 1948a), Puerto Rico (Osborn 1929b; Caldwell and Martorell 1952; Metcalf 1968), En México: Michoacán (González *et al.*, 2000), Tamaulipas (Triapitsyn, 2000). Nuevo registro para Tetela del Volcán, Morelos.

Hospedero: *Persea americana* (aguacate) (DeLong 1931b), *Persea gratissima* (Caldwell and Martorell 1952a), *Trema lamarkiana* (cabrilla) (Caldwell and Martorell, 1952a).



Figura 5. Daño ocasionado por *I. minuenda* en hoja de aguacate.

Daños: El daño observado en campo es principalmente sobre las hojas maduras ubicadas en las ramas bajas de la planta hospedera. A lo largo de las hojas se aprecian puntos cloróticos realizados por el insecto durante su alimentación (Fig. 5).

Nota de campo: Se localiza en el envés de la hoja, sensible al movimiento, visible con saltos cortos. La actividad de esta especie es principalmente en la parte baja y centro del dosel del árbol. La mayor incidencia de ninfas y adultos es de octubre a enero y es característico la gran cantidad de exuvias adheridas a las hojas.

***Alconeura candida* Ruppel & DeLong, 1952**

Sinonimia

Hyloidea candida Ruppel & DeLong, 1952d:109

Alconeura (Hyloidea) candida Metcalf, 1968a:226

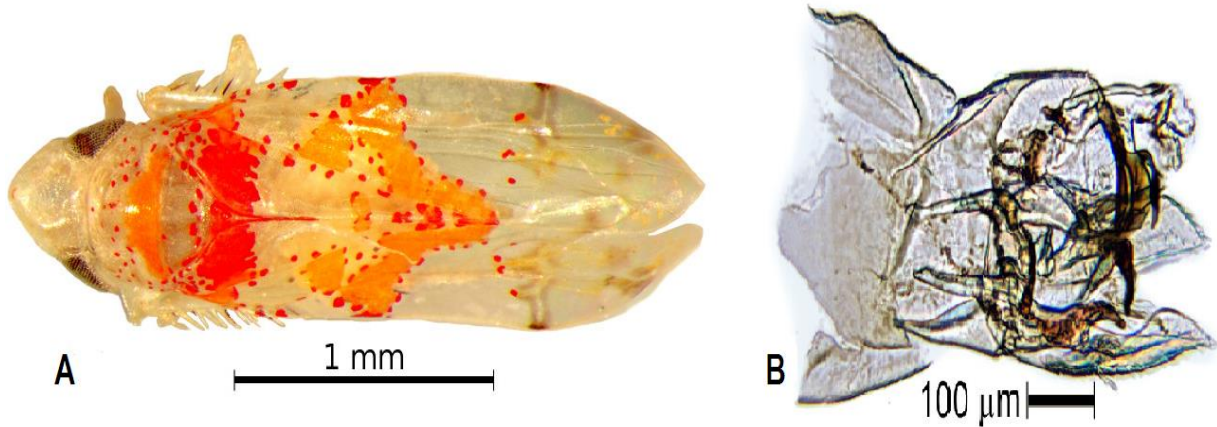


Figura 6. *A. candida* (macho); A) vista dorsal, B) genitalia

La especie de *Alconeura candida* pertenece a la Tribu Dikraneurini (McAtee, 1926) de la Subfamilia Tyhplocybae.

Diagnosis

Macho de 2.3 mm longitud total, ojos oscuros, corona pálida y aplanada con un ligero hundimiento. Vertex pálido, traslúcido con marcas rojizas. Pronotum con una franja ligeramente naranja, escutelo transparente con puntos rojos. Cuerpo ligeramente aplanado. Sutura claval transparente con diminutos puntos rojos, patrones de bandas naranjas, ápice transparente (Fig. 6A).

Genitalia: Pigofer relativamente delgado, pronunciado; estilos con la base elongada delgada, parte media de estilos ancha con una perforación semi-circular en su interior, borde apical del estilo muy sobresaliente con micro-vellosidades, puntas de estilos con una ligera curva hacia el exterior; conectivo en forma de “v” invertida, ancho y corto; edeago relativamente corto, ápices muy ensanchados con una prolongación cercana al ápice proyectada hacia la base del edeago (Fig. 6B).

Características: Vena submarginal del ala posterior extendida alrededor del ápice, vena R2+3 presente; Ala posterior 2 ó 3 celdas apicales. Borde apical del estilo con microvellosidades (1^{er} lóbulo del estilo).

Material examinado: Tetela del Volcán, Morelos: El calabazo, 10/III/2015, N 18°52' 5.325" W 98°44' 5.244", 2195 msnm, R.M.G. Quezada D. (3 ex).

Distribución: México, Morelos; Cuernavaca (Ruppel & DeLong 1952). Nuevo registro para Tétela del Volcán, Morelos.

Hospedero: Nuevo registro aguacate Hass.

Daño: Presenta una mancha necrótica sobre el área donde se posa en la hoja. El daño no fue severo en el árbol.

Nota de campo: Generalmente posada en el envés de la hoja, fácilmente observada por su coloración rojo-clara. Presente en el mes de marzo con baja población. Movimiento limitado, la especie se mimetiza con una lesión irregular necrótica en la hoja.

***Joruma Krausi* Ruppel & DeLong, 1953**

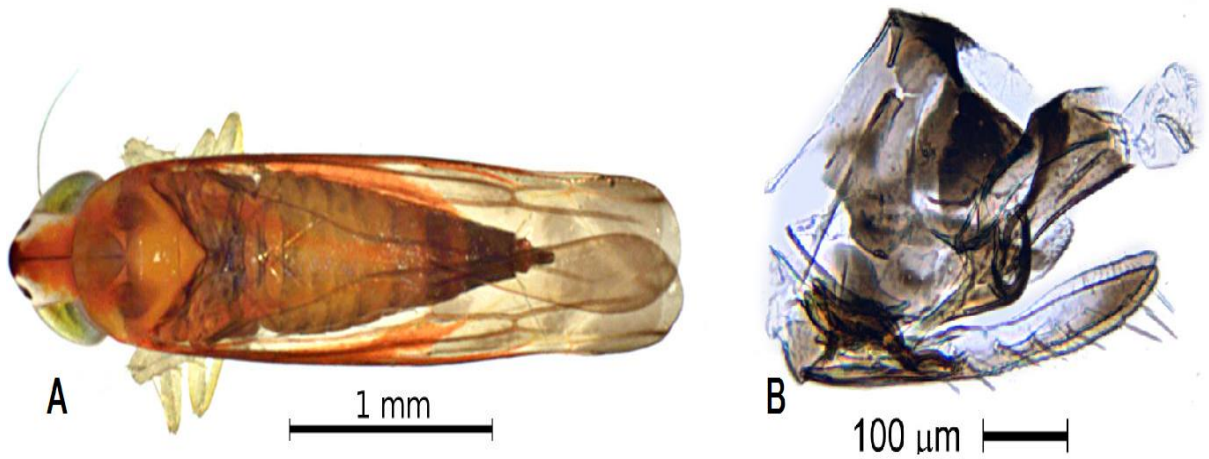


Figura 7. *J. krausi* (macho); A) vista dorsal, B) genitalia.

Pertenece a la Tribu Jorumini de la Subfamilia Typhlocybae.

Diagnosis

Macho 2.7 mm de longitud, coloración parda, rojiza crema; cabeza ligeramente proyectada, ojos asimétricos en relación a cabeza, un par de bandas rojas-crema a cada lado de los ojos, con dirección simétrica respecto a la línea media del vertex; pronotum en su mayoría pardo; abdomen plano, delgado con manchas oscuras en cada segmento del abdomen; alas pigmentadas de color rojizo, celdas apicales pardas (Fig. 7A).

Genitalia: Placas masculinas anchas en la base con una ligera disminución en la base. Pigofer con una espina ligeramente proyectada, delgada, forma de gancho. Estilo muy delgado en la parte posterior, lóbulo basal globoso, la intersección media a ápice redondo. Edeago forma de “y”, ápice lineal (Fig. 7B).

Características; Vena submarginal del ala posterior extendida alrededor del ápice, vena R2+3 ausente o libre o continua, con la vena submarginal; Vena R2 + 3 libre.

Material examinado: Tetela del Volcán, Morelos: Tlamimilulpan, 20/V/2015, N 18°55' 21.216" W 98°44' 40.731", 2423 msnm, R.M. G. Quezada D. (2 ex). Coaco chico, 20/V/2015, N 18°55' 7.896" W 98°42' 16.379", 2598 msnm, R.M.G. Quezada D. (2 ex).

Distribución: México: Córdoba, Veracruz (Ruppel & DeLong 1953), Morelos, Cuernavaca (Ruppel & DeLong 1953); Nuevo registro Tétela del Volcán, Morelos.

Hospedero: Nuevo registro Aguacate Hass.



Figura 8. Daño provocado por *J. krausi*.

Daño: Ocasiona enrollamiento y deformación de hojas tiernas y brotes tiernas (Fig. 8).

Nota de campo: El adulto se encuentra principalmente en la nervadura central de la hoja. Tiene preferencia por hojas jóvenes y brotes. Se distribuye en toda la copa del hospedero. De mayo a julio se presentó la mayor incidencia de individuos (ninfas y adultos).

Empoasca angustella DeLong, 1952

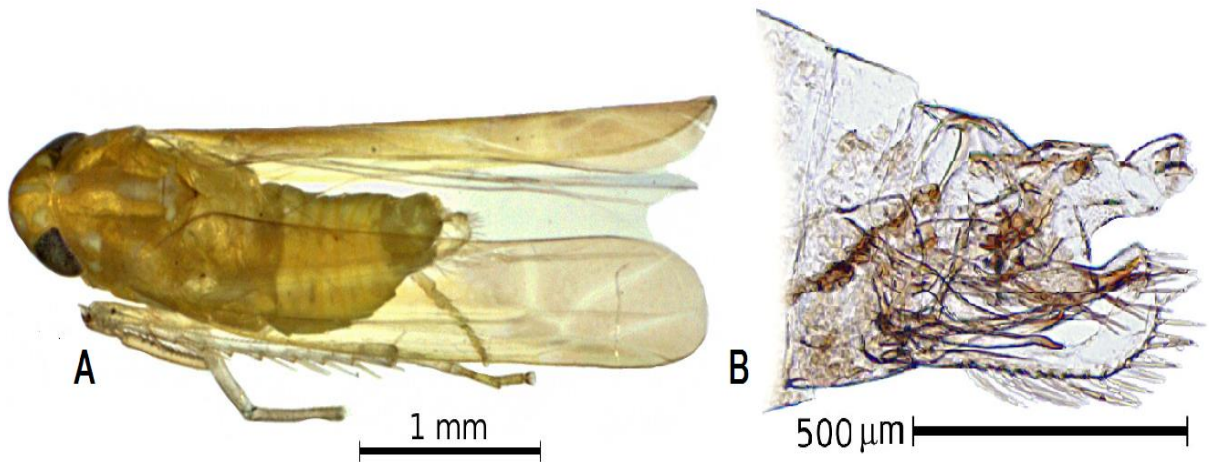


Figura 9. *E. angustella* (macho); A) adulto vista dorsal, B) genitalia.

Pertenece a la Tribu Empoascini de la Subfamilia Tyhplocybinae.

Diagnosis

Longitud del macho de 2.3 mm de largo, corona redondeada y amarilla dorada, con manchas irregulares pálidas con dos pares de granulaciones oscuras entre los ojos, presencia de una línea incompleta en la parte media que atraviesa la corona, ojos grandes ligeramente globosos, pronoto ligeramente pronunciado. Escutelo irregular pálido. Abdomen corto, con bandas cremosas. Alas anteriores naranja pálido en la parte apical, alas posteriores hialinas. Segmento X largo, lóbulo anal con dirección dorsal (Fig. 9A).

Genitalia: Placas proyectadas más allá del pigofer, forma cuadrada, setas apicales notoriamente grandes. Pigofer con una sutura muy pronunciada (cerca de 1/3 del pigofer). Espina del pigofer con dirección ventral. Estilos relativamente largos al pigofer. Edeago proyectado a la zona caudal con una bifurcación al ápice, surgiendo a media distancia de la base (vista ventral) (Fig. 9B).

Características: Vena submarginal del ala posterior extendida alrededor del ápice, vena R2+3 ausente o libre o continua, con la vena submarginal; Vena R2+3 confluyente distalmente; Pigofer con sutura evidente aproximadamente a 1/3 de la longitud del pigofer.

Material examinado: Tetela del Volcán, Morelos: Tlamimilulpan, 06/V/2015N 18°55' 21.216" W 98°44' 40.731", 2423 msnm, R.M. G. Quezada D. (1ex). Coaco chico, 06/V/2015N, 18°55' 7.896" W 98°42' 16.379", 2598 msnm, R.M.G. Quezada D. (2 ex).

Distribución: México; Lagunas de Zempoala, Morelos (DeLong 1952). Nuevo registro, Tétela del Volcán, Morelos.

Hospedero: Nuevo registro Aguacate Hass.



Figura 10. Daño provocado por *E. angustella* y *E. deskina*

Daño: Amarillamiento de hojas que va del borde hacia el centro, reducción de tamaño de hojas, marchitez y defoliación (Fig. 10)

Nota de campo: Alta población del mes de mayo a junio (Ninfa y adulto). Se distribuye en todo el dosel del árbol.

***Empoasca (Empoasca) deskina* DeLong & Guevara, 1954**

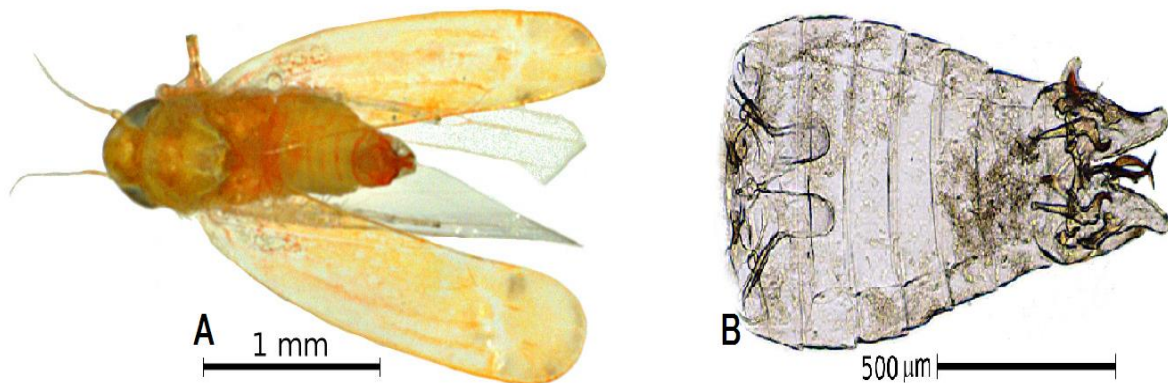


Figura 11. *E. deskina* (macho); adulto vista dorsal, b) genitalia.

Pertenece a la Tribu Empoascini de la Subfamilia Tyhplocybinae.

Diagnosis

Mide 2.1 mm. Corona angosta, ligeramente redondeada y prolongada al frente, ojos relativamente grandes y alargados considerando su diámetro de cabeza. Pronoto amplio y aplanado. Escutelo corto y angosto. Alas hialinas y proporcionalmente más largas que el cuerpo y ligeramente naranja (Fig. 11A).

Genitalia: Segmento X largo, ancho, lóbulo anal con dirección caudal-dorsal. Placas proyectadas más allá del pigofer, setas apicales pequeñas, forma cuadrada. Pigofer sin sutura evidente en 1/3 de su dimensión. Espina del pigofer con dirección ventral, muy notoria desde la base del segmento X. Estilos relativamente largos al pigofer. Edeago proyectado a la zona caudal con una bifurcación al ápice muy notoria desde la base (Vista ventral) (Fig. 11B).

Características; Vena submarginal del ala posterior extendida alrededor del ápice, vena R2+3 ausente o libre o continua, con la vena submarginal; Vena R2+3 confluyente distalmente; Pygofer sin sutura evidente aproximadamente a 1/3 d la longitud de pigofe.

Material examinado: Tetela del Volcán, Morelos: Tlamimilulpan, 06/V/2015N 18°55' 21.216" W 98°44' 40.731", 2423 msnm, R.M. G. Quezada D. (1ex). Coaco chico, 06/V/2015N, 18°55' 7.896" W 98°42' 16.379", 2598 msnm, R.M.G. Quezada D. (2 ex).

Distribución. Morelos, México; Cuernavaca (DeLong & Guevara 1954). Nuevo registro Tétela del Volcán, Morelos.

Hospedero. Nuevo registro Aguacate Hass.

Daños. Provoca manchado amarillo en las hojas y defoliación de hojas por debilitamiento de los tejidos vegetales. Los árboles afectados mostraron un moteado amarillo en diversas áreas de la copa, durante y después de la presencia de esta especie (Figura 10).

Nota de campo: Pequeña y activa, coloración tenue amarillo-verde, movimiento continuo y constante. Se encuentra en toda la copa del árbol, fácilmente se desplaza a pastizales cercanos. En el período mayo-junio se colectaron 177 individuos en aproximadamente una hora .

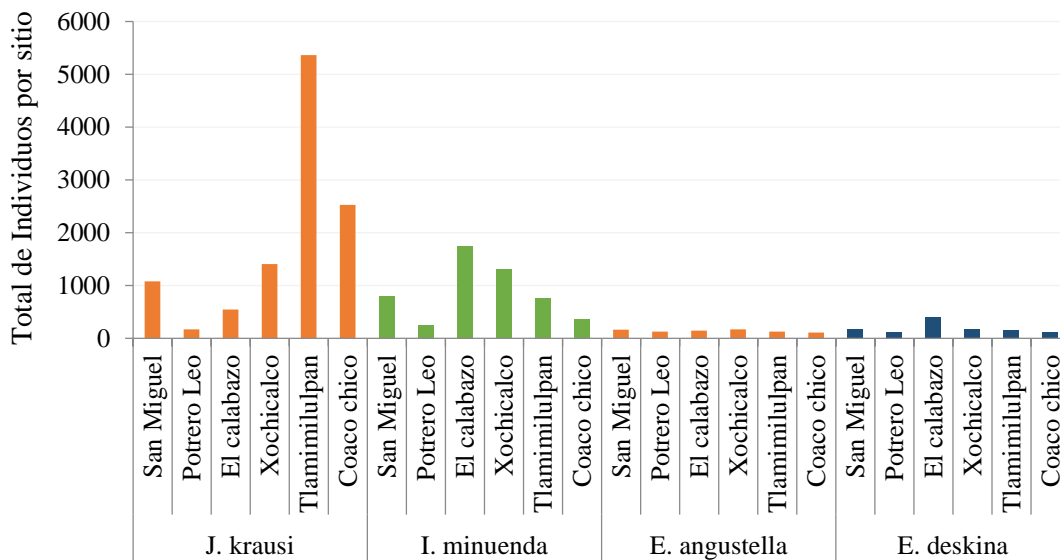
3.2 Abundancia de especies de Chicharrita asociadas con el Aguacate.

De los 13 muestreos realizados con trampas amarillas se obtuvo un total de 18,170 chicharritas de las cinco especies identificadas.

Cuadro 2. Total de individuos capturados con trampas amarillas por especie en los seis sitios de estudio de Tetela del Volcán, Morelos.

| Especie | No total de Individuos |
|----------------------------|-------------------------------|
| <i>Idona minuenda</i> | 5,240 |
| <i>Alconeura candida</i> | 18 |
| <i>Joruma krausi</i> | 11, 089 |
| <i>Empoasca angustella</i> | 708 |
| <i>Empoasca deskina</i> | 1,115 |

Las especie más abundante fue *J. krausi*, con mayor población en las localidades de Tlamimilulca y Coaco Chico, del mismo modo el mayor número de las especies de *Empoasca* se presentó en estas localidades. En lo que respecta a *I. minuenda* la cantidad de individuos fue constante en todas las zonas.



* Se omitieron los datos correspondientes a *Alconeura candida*.

Figura 12. Número de chicharritas por sitio de estudio en el municipio Tetela del Volcán, Morelos.

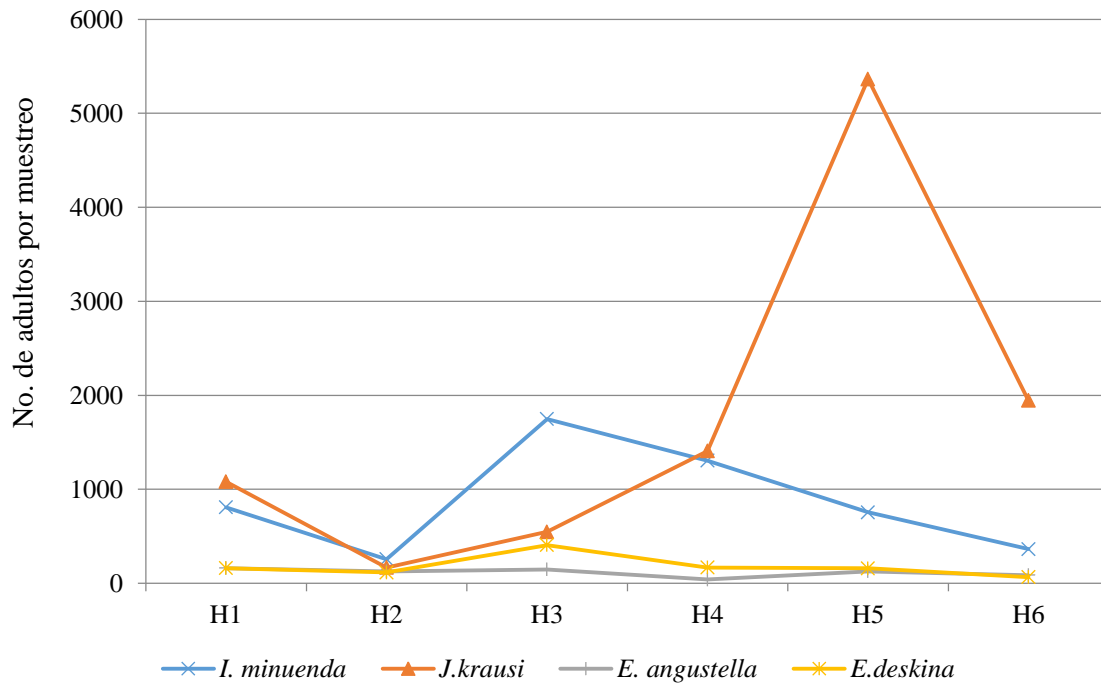


Figura 13. Fluctuación poblacional de las especies de chicharritas en cada uno de los sitio de estudio (01/May-15/Nov / 2015).

Las especies de *J. krausi* e *I. minuenda* presentan una mayor cantidad de adultos en trampas amarillas, durante los muestreos sin embargo, la primer especie se presenta con mayor abundancia en los sitios de mayor altitud.

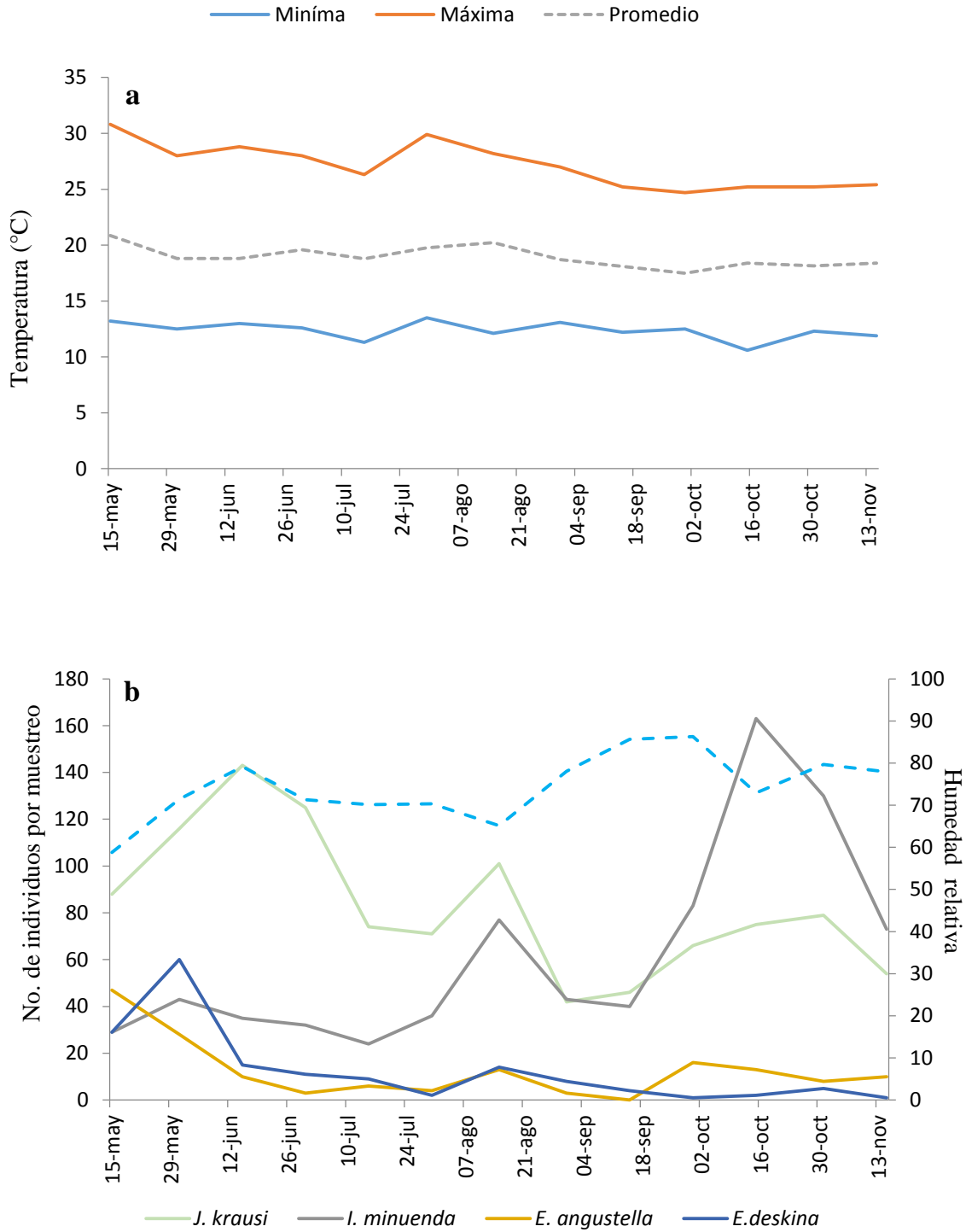


Figura 14. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio San Miguel ubicada a un nivel altitudinal de 1946 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa promedio.

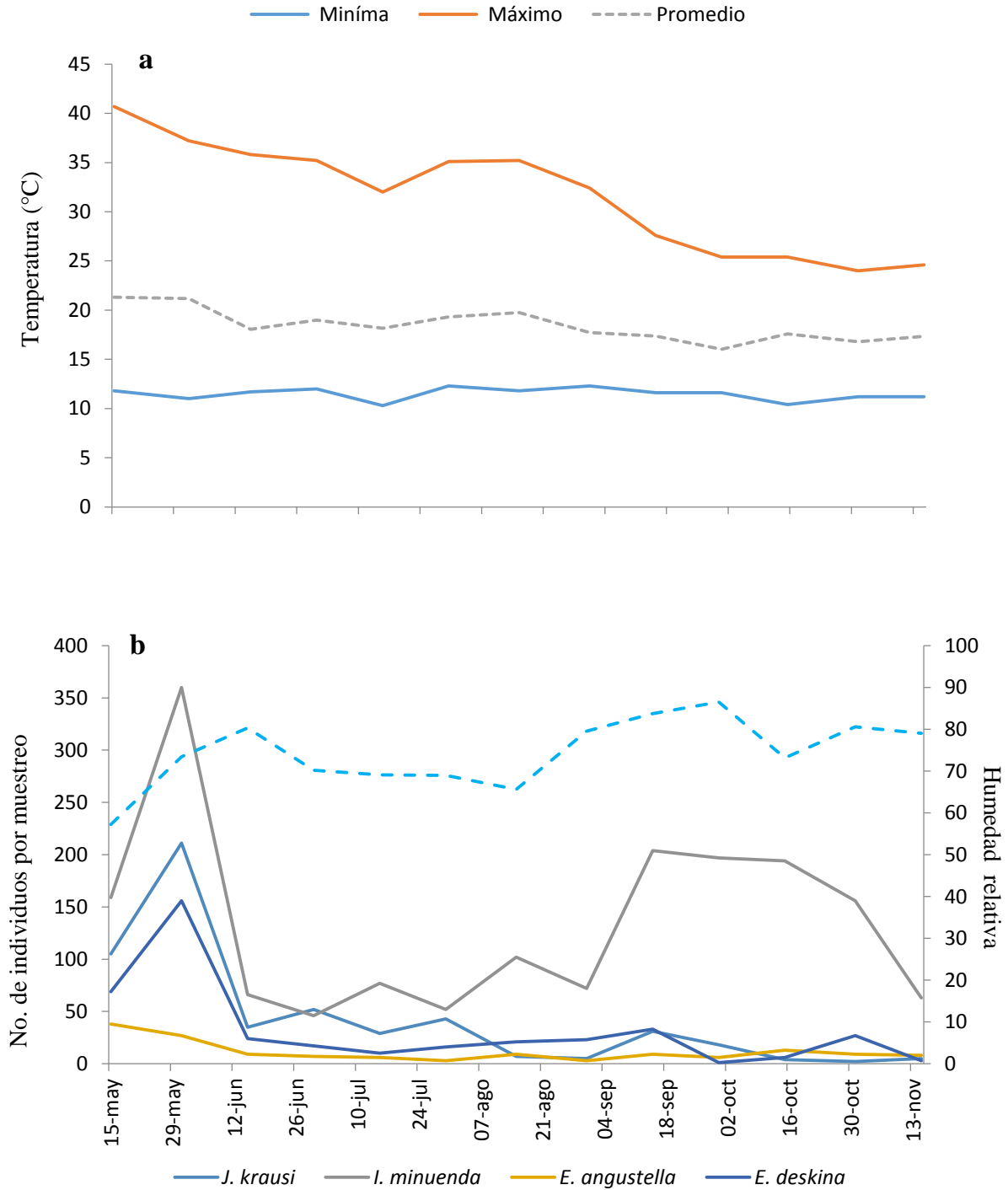


Figura 15. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio El calabazo ubicada a un nivel altitudinal de 2195 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa.

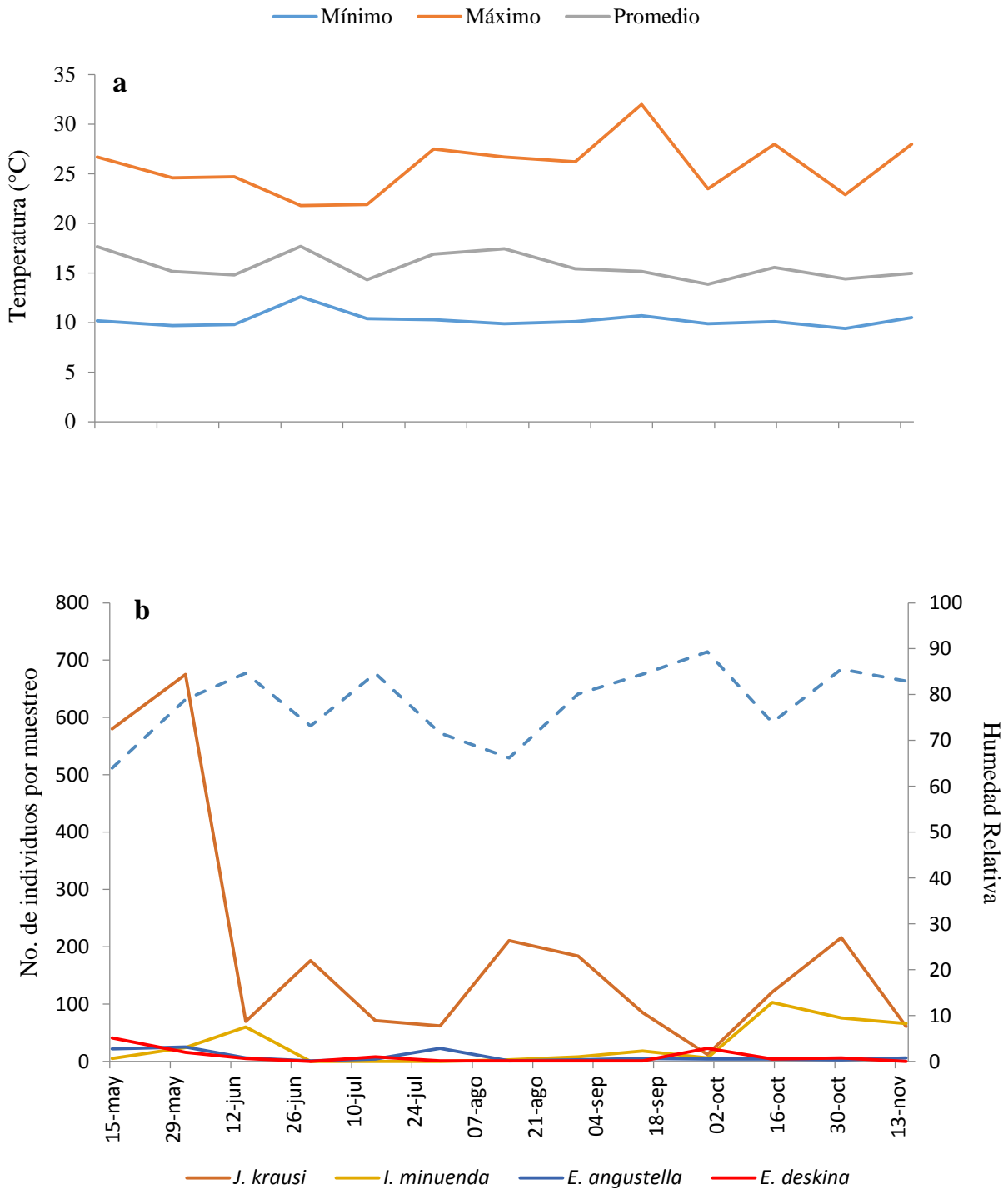


Figura 16. Fluctuación poblacional y variantes meteorológicas por especie en el sitio Coaco chico ubicada a un nivel altitudinal de 2598 m; a) Temperatura mínima, máxima y promedio; b) Humedad relativa .

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de San Miguel, Tetela del Volcán, Morelos.

| Especies | Temperatura | Humedad relativa |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| | Promedio (°C) | promedio (%) |
| <i>J. krausi</i> | 0.36874* | -0.34134 ^{NS} |
| <i>I. minuenda</i> | -0.41089 ^{NS} | 0.21316 ^{NS} |
| <i>E. angustella</i> | 0.45288 ^{NS} | -0.57104* |
| <i>E. deskina</i> | 0.32791 ^{NS} | -0.42814 ^{NS} |

*Correlación significativa (P< 0.05): ^{NS}= No significativa (P<0.05)

Para el sitio San Miguel en el tiempo de muestreo con trampas amarillas (Mayo –Noviembre de 2015), *Joruma krausi*, *E.angustella* y *E. deskina* que son las especies más abundantes presentan una correlación positiva pero no significativa con la temperatura y con la humedad relativa su correlación es negativa. *E. angustella* presenta una correlación fuerte con la humedad relativa. La chicharrita *I. minuenda* se comporta de forma inversa, su correlación es negativa no significativa con la temperatura pero positiva con la humedad relativa, con ambas variables es débil su correlación.

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de El Calabazo, Tetela del Volcán, Morelos.

| Especies | Temperatura | Humedad relativa |
|----------------------|-----------------------|------------------------|
| | Promedio (°C) | promedio (%) |
| <i>J. krausi</i> | 0.75546* | -0.33522 ^{NS} |
| <i>I. minuenda</i> | 0.22039 ^{NS} | 0.13317 ^{NS} |
| <i>E. angustella</i> | 0.70838* | -0.54400* |
| <i>E. deskina</i> | 0.70617* | -0.24320 ^{NS} |

*Correlación significativa (P< 0.05): = ^{NS}= No significativa (P<0.05).

En el sitio el Calabazo, la especie de *Joruma krausi* muestra una fuerte correlación con la temperatura, así como *E. angustella* con la Humedad relativa. Con la humedad relativa la correlación que presenta *J. krausi*, *E. angustella* y *E. deskina* es negativa.

Cuadro 5. Coeficiente de correlación de Pearson entre temperatura y humedad relativa con el número de adultos por especie en la huerta de Coaco chico, Tetela del Volcán, Morelos.

| Especies | T °C (promedio) | HR (promedio) |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| <i>J. krausi</i> | 0.33547 ^{NS} | -0.45506 ^{NS} |
| <i>I. minuenda</i> | -0.38432 ^{NS} | 0.25107 ^{NS} |
| <i>E. angustella</i> | 0.25942 ^{NS} | -0.36753 ^{NS} |
| <i>E. deskina</i> | 0.07441 ^{NS} | -0.20767 ^{NS} |

*Correlación significativa (P< 0.05): = ^{NS}= No significativa (P<0.05).

Las especies presentan una correlación no significativa con ambas variables meteorológicas, sin embargo, presentan una correlación negativa con la humedad relativa. *Idona minuenda* se comporta de forma similar que en los anteriores sitios, su correlación es diferente al resto de las especies con respecto a temperatura y humedad relativa, esta especie presenta una correlación negativa con la temperatura y positiva con la humedad relativa, ambas no significativas.

4. DISCUSIÓN

Hasta el momento *Idona minuenda* era la única especie reportada como una plaga en aguacate en los estados de Michoacán (González *et al.*, 2000) y Tamaulipas (Triapitsyn, 2000). Con los datos obtenidos se determinó por primera ocasión que *A. candida*, *J. krausi*, *E. angustella* y *E. deskina* se asocian con el hojas de aguacate, y que las tres últimas especies mencionadas poseen potencial para volverse plaga.

Las cinco especies identificadas y asociadas con el aguacate se encuentran agrupadas en la subfamilia Typhlocybinae. Sin embargo Existen reportes sobre la importancia de tiflocibinos como plaga de cultivos de importancia agrícola, debido a los daños ocasionados por su alimentación y principalmente por ser vectores de fitopatógenos (Chelliah and Basheer 1965; Nielson 1968; Backus 1985; Nault and Ammar 1989). Hasta el momento se desconoce si las especies reportadas en este estudio poseen la capacidad de ser vectores, sin embargo, *J. krausi*, y ambas especies de *Empoasca* provocaron daños severos al follaje de los árboles de aguacate, atribuidos a su forma de alimentación.

Backus *et al.*, (2005) agrupan los daños ocasionados por la alimentación de tiflocibinos en “stippling” y “hopperburng”. En el primero se presentan marcas redondeadas de coloración plateado-blanquecinas en las hojas, como es el caso del daño ocasionado por *I. minuenda*. En el segundo grupo los síntomas varían dependiendo de la relación fitofago-hospedante, sin embargo, se distinguen tres características principales como marchitez en las puntas de hojas jóvenes, clorosis, y necrosis en hoja, síntomas que concuerdan con las observaciones de campo para *J. krausi*, *E. angustella* y *E. deskina*.

A pesar de que *J. krausi* fue la especie más abundante en las huertas con mayor altitud, el daño provocado fue menor con respecto al que se observó por las especies *E. angustella* y *E. deskina*, ya que provocaron severos daños como necrosis y defoliación de hojas maduras, lo

cual es previamente reportado para otras especies de *Empoasca* en varios cultivos comerciales (Backus 1985; Backus *et al.*, 2005). Este tipo de daños tiene efecto en el vigor de los cultivos afectados, reduciendo su crecimiento y rendimiento. Por otro lado, *A. candida* no ocasionó daños significativos, aunque esto es atribuido a la baja presencia de esta especie.

La abundancia de adultos de la especie *I. minuenda* se encontró constante en los seis sitios, sin embargo, en el mes de septiembre la población de esta especie comienza a aumentar, contrario al resto de las especies, que presentan su principal pico de población en el mes de mayo.

No se presenta correlación significativa entre la abundancia de adultos de cada especie con la temperatura (Cuadro 3,4,5) y la humedad significativa, indicando así que la abundancia no depende directamente de estas variables meteorológicas, sin embargo estos datos coinciden con las observaciones en campo, por lo que habría de realizarse un estudio con la presencia de brotes y precipitación o bien trabajar con grados días para poder obtener un resultado más preciso con respecto a la fluctuación de cada especie, y extender el estudio a un año mínimo.

5. CONCLUSIONES

Las especies asociadas con el aguacate son *Idona minuenda*, *Alconera candida*, *Joruma krausi*, *Empoasca angustella* y *Empoasca deskina*.

La especie con mayor presencia en los sitios de estudios es *J. krausi*.

Los individuos de *J.krausi* causan enrollamiento y deformación en hojas jóvenes y brotes de árboles de aguacate.

Ambas especies del género *Empoasca* ocasionan a las hojas de aguacate, amarillamiento, reducción de tamaño y necrosis.

La presencia de *I. minuenda* en árboles de aguacate provoca puntos cloróticos en la hojas maduras.

La correlación de la abundancia de adultos de las cinco especies no es significativa con la temperatura y la humedad relativa.

Idona minuenda tiene un comportamiento diferente a las especies de *Joruma krausi*, *E. angustella* y *E. deskina* al correlacionar la abundancia de adultos de la especie con la temperatura y la humedad relativa.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilera-Montañez, J. L., Salazar-García S. 1991. The Avocado industry in Michoacán, México. South African Avocado Grower's Association Yearbook. 14:94:97
- An , D.R., Wei N,S., Zhang, Q,F., Zhang, R., Zhu, X.S. 1991. The first report to wheat mycoplasma like-organism blue dwarf disease (WMBD), Acta Phytopaphol. Sin. 21, 263-266
- Anguiano- Contreras, J., J. J.Alcántar, R. B. Toledo, L. M. Tapia, y Vidales –Fernández J. A. 2007. Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán, México. Proceeding VI Wold Avocado Congress (Acta VI Congreso Mundial del Aguactae). Viña del Mar, Chile 12-16 Noviembre. No. 978-956-17-0413-8. 11 p.
- Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate en Michoacán A.C. (APEAM). 2014. Disponible en <http://www.apeamac.com/>. (Consultado 12/08/15).
- Backus, E. A. 1985. Anatomical and sensory mechanism of planthopper and leafhopper feeding behavior. Pp 163-194. En: Nault, L. y Rodriguez, J. (eds.). The Leafhoppers and Planthoppers. John Wiley y Sons, New York.
- Backus, E. A., M. S. Serrano, and C. M. Ranger. 2005. Mechanisms of hopperburn: an overview of insect taxonomy, behavior, and physiology. Annu. Rev. Entomol. 50: 125-151.
- Ball, E. D. 1921a. The smallest known leaf hopper. Proc. Biol. Soc. Washington. 34: 23-24.
- Barrientos-Prietos, A. F.,Muñoz, P. R. B., A. J. C. Reyes, W. M. Borys, y T. Martínez-Damián. 2007. Taxonomía, cultivares y portainjertos. 31-62. In; El aguacate y su manejo integrado. Téliz D. y Mora A. (coordinadores). Segunda Edición. Editorial Mundi- Prensa. México D.F.321 p.
- Benacchio S, S. 1982. Algunas exigencias agroecologicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nacional de

- Investigación Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela
202 p.
- Caldwell, J. S., and L. F. Martorell. 1952a. Review of the Auchenorynchous Homoptera of Puerto Rico. Part 1. Cicadellidae. J. Agr. Univ. Puerto Rico. 1950. 34: 1-132.
- Chelliah S., and M. Basheer. (1965). Biological studies of *Peregrinus maidis* (Ashmead) (Araeopidae: Homoptera) on sorghum. Indian J Entomol 27:466-471.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM). 2010. Campaña manejo fitosanitario del aguacate: Manejo integrado de los barrenadores del hueso y de ramas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México, SAGARPA, SENASICA. Folleto Técnico 8 p.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Morelos (CESAVMOR). 2011. Reconocimiento de Municipios como zonas libres de arrenadores del aguacate en el estado de Morelos. Monitor Agrícola. 16: p.19
- Coria, A.V.M. 2008. Tecnología para la producción de aguacate en México. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 222: 93-116 p.
- Crosslin, J. M., J. E. Munyaneza, A. S. Jensen and P. B. Hamm. 2005. Association of beet leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) with a clover proliferation group phytoplasma in Columbia Basin of Washington and Oregon. Journal of Economic Entomology 98:279-283.
- Coutanceau, M.1964. Fruticultura. España, Ediciones de Occidente. 108 p.
- Cwikla, P. y Freytag, P. 1983. External morphology of *Xestocephalus subssellatus* (Homoptera: Cicadellidae: Xestocephalinae). Annals of the Entomological Society of America 76 (4): 641-650.

- DeLong, D. M. 1931b. A revision of the American species of *Empoasca* known to occur north of Mexico. U.S. Dept. Agr. Tech. Bul. 231: 1-59.
- DeLong, D. M. 1948a. The leafhoppers, or Cicadellidae, of Illinois (Eurymelinae-Balcluthinae). Bull. Illinois Natur. Hist. Surv. 24(2): 91-376.
- De Long, D. M. 1952. Studies the genus *Empoasca* (Homoptera, Cicadellidae). XII. New species of Mexican *Empoasca*. Ohio Jour. Sci. 52(3): 165-168.
- DeLong, D. M., and J. C. Guevara. 1954. Studies of the genus *Empoasca*. XII. Seven new species of Mexican *Empoasca* (Homoptera: Cicadellidae). Ohio Jour. Sci. 54(2): 79-82
- Dietrich, C. H. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Florida Entomol. 88: 502-517.
- Drosopoulos, S., Loukas, M. and Dimitriou, C. 1987. Damage cauded by a complex of species or types of the genus *Alebra albostriella* group (Homoptera: Cicadellidae). Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki, 15:139-140.
- Equihua M A., V. E. G. Estrada y H. H. González. 2007. Plagas del aguacate .ppp 135-136. In: D. Téliz O (Ed). El Aguacate y su manejo integrado, Mundi-Prensa Libros. México. 2° edición.
- Freytag, F., y M. Sharkey. 2002. A preliminary list of the leafhoppers (Homoptera) of Colombia. Revista Biota Colombiana 3(2):235-283.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) 2014. Producción Mundial del aguacate. Disponible en: <http://faostat.fao.org>. (Consultado: 09/05/14).

- Gardiazábal, I. F. 2004. Riego y nutrición en Paltos. Memoria del 2° Seminario Internacional de Paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile.
- González ,H. H., R. N., L. Gazca C., A. Equihua M., A. Salinas C., E. Estrada V., F. Durán A., A. R. Valle P. 2000. Plagas del aguacate. 117-136. In: D. Téliz O. (Ed), El Aguacate y su Manejo Integrado. Mundi Prensa Libros. México.
- Lovatt, C. J. 1990. Factors affecting fruit set/ early fruit drop in avocado. Yearbook. California Avocado Society. USA Johansen. Pp; 1993-199
- Martínez, B. R.1998. Comportamiento del aguacate “Hass”, bajo diferentes condiciones ecológicas UMSNH. Facultad de Agrobiología. Uruapan, Michoacán. 75 p.
- McKamey, S. 2002. Leafhoppers of the World database: progress report. P. 85. En Hoch, Asche, H.; Homberg, C. and Kessler, P. (eds). 11th. International Auchenorrhyncha Congress, 5-9 August 2002, Potsdam/Berlin, Germany.
- Metcalf, Z. P. 1964. General Catalogue of the Homoptera. Fascicle VI. Cicadelloidea. Bibliography of the Cicadelloidea (Homoptera: Auchenorrhyncha). USDA-ARS, Washington. [companion bibliography to leafhopper catalogue].
- Metcalf, Z. 1968. General catalogue of the Homoptera. Fasc. VI. Cicadelloidea. Part 17. Cicadellidae. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Services. 1513 pp.
- Nault, L. 1980. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. *Phytopathology* 70: 659-662
- Nault L.R, and Ammar E.D, 1989. Leafhopper and Planthopper Transmission of Plant Viruses. *Annual Review of Entomology*. Vol. 34: 503-529

- Nielson, M. W. 1968. The leafhopper vectors of phytopathogenic virus (Homoptera; Cicadellidae) taxonomy, biology and virus transmission. USDA. Technical bulletins. 1382 (1):1-386
- Nielson, M. W 1985. Leafhopper systematic. In: Nault, L. and Rodriguez, J. (Ed). The Leafhoppers and planthoppers. John Wiley & Sons. New York, p11-39
- Nielson, M. W. 1979. Taxonomic relationships of leafhopper vectors of plant pathogens. In Leafhopper vectors and plant disease agents, ed. K. Maramorosch, K.F. Harris. New York. pp. 3-27: 654
- Oman, P. W., 1949a. The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). A generic classification and check list. Mem. Entomol. Soc. Washington. 3: VII+253 p.
- Osborn, H., 1921a. Homoptera of Florida. The Florida Entomologist. Official Organ of the Florida Entomological Society. Gainesville, 5: 1-19
- Osborn, H., 1929b. Notes on Porto Rican Homoptera. The Journal of the Department of Agriculture of Puerto Rico. San Juan, 13: 81-112
- Rakitov, R. 1998. On differentiation of cicadellid leg chaetotaxy (Homoptera: Auchenorrhyncha: Membracoidea). Russian Entomological Journal 6: 7-27.
- Redinbaugh, M., Seifers, D., Meulia, T., Abt, J., Anderson, R., Styer, W., Ackerman, J., Salomon, R., Houghton, W., Creamer, R., Gordon, D. y Hogenhout, S. 2002. Maize fine streak virus, a new leafhopper-transmitted rhabdovirus. Phytopathology 92:1167-1174
- Ruppel, R. F., and D. M. DeLong. 1952. The Hyloidea of Mexico (Homoptera: Cicadellidae) Bull. Brooklyn Entomol. Soc. 47:107-112.

- Ruppel, R. F., and DeLong D. M. 1953. Four new species of *Joruma* From México (Homoptera: Cicadellidae). *Ohio Jour. Sci.* 53(6):340-342
- Purcell, A. 1982. Insect vector relationships with prokaryotic plant pathogens. *Annual Review Phytopathology* 20: 397-417.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2014. Plagas reglamentarias del aguacatero. Disponible en Línea <http://www.senasica.gob.mx>. (Consultado: 09/08/15).
- Secretaría de Economía (2015). Disponible en línea <http://www.economia.gob.mx/>. (Consultado: 17/09/15).
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP), 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) México. Disponible en; <http://www.siap.gob>. (Consultado el 09/05/2014).
- Tapia, V. L. , Vidales, F. I., Larios G. A., Hernández P. A. 2014. Caracterización hidrológica del aguacate en Michoacán. Centro de Investigación Regional Pacifico Centro. Campo Experimental Uruapan, Michoacán. Flleto Técnico Núm. 2. P.74.
- Téliz O., D., G. Mora A. y L. Morales. 2000. Importancia Histórica y Socioeconómica del aguacate. 3-16. In; D. Téliz O. (Ed), *El aguacate y su manejo integrado*. Mundi-Prensa. México. 321 p.
- Triapitsyn, S.V. 2000. A new *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae), egg parasitoid of *Idona minuenda* (Homoptera: Cicadellidae), a pest of avocado in México. *Folia Entomologica Mexicana* 110: 89-94.

- Triplehorn, C. A., and N. F. Johnson. Borror and DeLong's Introduction to the study of Insects. 7^a Edition. Brooks/Cole. Cengage Learning. P. 864
- Young, D. A. 1952. A reclassification of Western Hemisphere Typhlocybinae (Homoptera: Cicadellidae). Univ. Kansas Sci. Bull. 35(1:1):3-217.
- Weintraub P., y Gross J. 2013. Capturing insect vectors of phytoplasmas. Methods in Molecular Biology, 938, 61–72.
- Whiley, A.W. and Winston, E.C. 1987. Effect of the temperature at flowering on varietal productivity in some avocado-growing areas in Australia. Yearbook. Proceedings of the World Avocado Congress. South African. Vol, 10. p 45-47.
- Williams L. O. 1976. The botany of the avocado and its relatives. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. J.W. Sauls, R.L. Phillips and L.K. Jackson (eds.). Gainesville: Fruit Crops Dept., Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1976. Pages 9-15.
- Williams, L.O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. Economic Botany 31: 315-320.
- Wolstenholme, B. N. and Whiley, A. W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 12: 33-37.