



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**PROGRAMA DE POSTGRADO EN FITOSANIDAD**

**ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**BIOLOGÍA Y HÁBITOS DEL ÁCARO DEL  
BRONCEADO DEL JITOMATE *Aculops  
lycopersici* (Masse) EN INVERNADERO**

**EVERARDO LÓPEZ BAUTISTA**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**  
2018

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Everardo López Bautista, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Néstor Bautista Martínez, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis BIOLOGIA Y HABITO DEL ÁCARO DEL BRONCEADO DEL JITOMATE *Aculops lycopersici* (Masse) EN INVERNADERO

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 21 de Noviembre de 2019

  
Firma del Alumno (a)

  
Dr. Néstor Bautista Martínez  
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: “**Biología y Hábitos del Ácaro del Bronceado del Jitomate *Aculops lycopersici* (Masse) en Invernadero**” realizada por el alumno: MC. **Everardo López Bautista**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO   
Dr. Néstor Bautista Martínez

ASESORA   
Dra. Ma Teresa Santillán Galicia

ASESOR   
Dr. Javier Suarez Espinosa

ASESOR   
Dr. Rafael Pérez Pacheco

ASESOR   
Dr. Hiram Bravo Mojica

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2018

**BIOLOGÍA Y HÁBITOS DEL ÁCARO DEL BRONCEADO DEL JITOMATE**  
***Aculops lycopersici* (MASSE) EN INVERNADERO**

**Everardo López Bautista, Dr.**  
**Colegio de Postgraduados, 2018.**

**RESUMEN**

La investigación presenta dos objetivos: determinar la densidad poblacional de *Aculops lycopersici* y cómo afecta al rendimiento en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), así como encontrar la posible relación forética de *A. lycopersici* con otros insectos, asociados con el jitomate. Para lograrlos se trabajó en un invernadero del Colegio de Posgraduados en Texcoco, Estado de México. En el primer objetivo, se trabajó con tres variedades (SUN 7705, CID y V305 F1), el diseño experimental fue bloques completos con tratamientos aleatorizados. Los datos se analizaron mediante un ANOVA con el paquete estadístico de SAS V9.4, y se encontró que el estrato medio de la variedad V305 F1 presentó mayor incidencia de daño, lo que ocasionó mayor índice de frutos dañados, menor índice de frutos útiles y menor peso promedio por fruto; la variedad menos afectada, fue CID. Para el segundo objetivo, se efectuaron dos experimentos: 1. En *cámara de cría*, en cajas petri se depositaron folíolos de jitomate con *A. lycopersici* y un posible hospedante forético, y 2. En *invernadero*, se tomaron al azar 30 plantas de jitomate, colocándoles tres cajas petri con un hospedante forético en el estrato medio de cada planta; se realizó un análisis de variación y contrastes ortogonales con el paquete estadístico SAS V9.4. Los resultados indican que existe relación forética entre *A. lycopersici* y *Paratrioza=B. Cockerelli*.

**Palabras clave:** *Aculops lycopersici*, *Lycopersicon esculentum*, incidencia de daño y relación forética.

**BIOLOGY AND HABIT OF THE TONED MITE OF THE TOMATOES *Aculops lycopersici* (MASSE) IN THE GREENHOUSE**

**Everardo López Bautista  
Colegio de Postgraduados, 2018**

**ABSTRACT**

This research has two main objectives. First, to determine the population density of *Aculops lycopersici* on tomato plants *Lycopersicon esculentum* Mill, and how this affects its production. Second, to study the potential phoretic relationship between *A. lycopersicum* with other insects present in the tomato plants. For the first objective, the population dynamics of the mite was determined in three tomato varieties (SUN 7705, CID and V305 F1), in a greenhouse located at the Colegio de Postgraduados in Texcoco, Mexico. The experiment was done using a completely randomized block design, and data were analysed using ANOVA. The variety V305 F1 showed the greatest population densities and the greatest number of tomato fruits damaged compared to the other varieties; in addition, the undamaged fruits presented a significant reduction in weight compared to the other varieties. The variety CID resulted as the least affected. For the second objective, the experiments were done in a controlled environment (CE) room and in a greenhouse. For the CE room experiment, different tomato leaflets of all three varieties were put in Petri dishes, each with different potential phoretic hosts (insects) for the mite. For the greenhouse experiment, 30 plants from each variety were randomly selected and three Petri dishes, each containing three different phoretic hosts, were placed in the middle section of the plants. Data from both experiments were analysed with ANOVA using orthogonal contrasts. Results from both experiments showed a close phoretic relationship between the mite and *Bactericera cockerelli*.

**Key words** *Aculops lycopersici*, *Lycopersicon esculentum*, level of damage phoretic relationship.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el financiamiento necesario para efectuar esta investigación.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, en especial al Programa de Fitosanidad, por darme la oportunidad de crecer como académico e investigador.

A la Facultad Agricultura del Valle del Fuerte, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, por darme la oportunidad de realizar los estudios de posgrado en esta institución de renombre nacional e internacional.

A mi consejero Dr. Néstor Bautista Martínez, por apoyar y guiar mi proceso de aprendizaje, por orientarme tan acertadamente durante mi formación académica.

A la Dra. Ma. Teresa Santillán Galicia, por brindarme sus conocimientos y experiencias para poder ejercerme como investigador, gracias por su gran valor humano y por su amistad.

Al Dr. Javier Suárez Espinosa, por su amistad y gran apoyo incondicional, por las valiosas aportaciones y por sus conocimientos transmitidos.

Al Dr. Hiram Bravo Mojica, quien brindó acertados consejos para la investigación y por sus grandes enseñanzas que trascenderán en mi vida profesional.

Al Dr. Rafael Pérez Pacheco, gracias por todo el apoyo y confianza que me brindó durante mi formación académica.

Al MC. Héctor Melesio Cuén Ojeda, por la confianza depositada en mí, para realizar mis estudios de posgrado.

A todos los profesores, que en el trayecto de los estudios del doctorado me brindaron las herramientas necesarias para desempeñarme como un gran profesional e investigador, gracias infinitas.

Al Ing. Ignacio Salazar por su gran amistad, consejos y apoyo recibido en los trabajos realizados en el invernadero del Colegio de Postgraduados.

A todos los amigos y compañeros de generación, por todo lo aprendido y disfrutado durante estos cuatro años.

## DEDICATORIA

A DIOS por concederme la oportunidad de obtener mi grado académico, por guiar mi camino y llenarme de bendiciones.

A mi hijo (chato) Esteban Fortunato López Ruíz y a mi hija (mamita) María Ximena López Ruíz, porque son la mayor bendición que Dios me ha dado, son la luz de mi vida y mis principales motivos de superación personal y académica; porque gracias a todo su amor que me brindan, estoy culminando esta etapa profesional. ¡Los amo!

A mi esposa Rosalva Ruiz Ramírez, por ser mi cómplice en esta aventura, comprenderme y ayudarme. Te amo.

A mi mamá Elena Bautista Martínez, por darme siempre su amor y bendición y a mi papá Evencio López Yescas (+), que desde donde se encuentra siempre me cuida.

A mis hermanos, Evangelina, Eder y Etnan porque con todas sus porras y palabras de motivación me estimularon para seguir obteniendo logros personales y familiares. ¡Gracias!

A toda mi familia, y en especial a mi tía Chayo y tío Néstor que de diferentes maneras, me ha ayudado y motivado a continuar por este camino de la superación académica.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA .....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
OBJETIVOS.....	3
Hipótesis generales .....	3
<b>CAPÍTULO I. DENSIDAD POBLACIONAL DE <i>Aculops lycopersici</i> MASSEE (TROMBIDIFOMES: ERIOPHYIDAE) Y CÓMO AFECTA AL RENDIMIENTO EN JITOMATES.....</b>	<b>4</b>
RESUMEN .....	4
ABSTRACT.....	5
1.1. Introducción.....	6
1.2. Materiales y Métodos .....	8
1.3. Resultados y discusión .....	10
1.4. Conclusiones.....	20
1.5. Literatura citada .....	21
<b>CAPITULO II. ¿EXISTE UNA RELACIÓN FORÉTICA ENTRE <i>Aculops lycopersici</i> (TROMBIDIFORMES: ERIOPHYIDAE) CON INSECTOS ASOCIADOS AL JITOMATE?.....</b>	<b>27</b>
RESUMEN .....	27
ABSTRACT.....	28
2.1. Introducción.....	29
2.2. Materiales y métodos.....	32

<b>2.3. Resultados y discusión .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4. Conclusiones.....</b>	<b>41</b>
<b>2.5. Literatura citada .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución del índice de frutos dañados en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1(inferior), 2 (medio) y 3 (superior). ----- 11
- Figura 2. Distribución de índice de frutos útiles en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior). ----- 13
- Figura 3. Distribución de índice de frutos útiles por racimo en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).  
----- 15
- Figura 4. Distribución de peso promedio por fruto en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior) ----- 16
- Figura 5. Distribución de peso útil por racimo en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior). ----- 17
- Figura 6. Distribución de la densidad de infestación de *Aculops lycopersici* en la fruta de jitomate en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los tres estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).----- 19
- Figura 7. Número promedio de *Aculops lycopersici* en *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* y *Frankliniella occidentalis* en laboratorio. Las barras sobre las columnas representan una desviación estándar poblacional (n=50); las literales similares sobre las columnas indican que no existe diferencia estadística significativa. ----- 35
- Figura 8. Cantidad de larvas, ninfas y adultos de *Aculops lycopersici* sobre *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*. Las barras sobre las columnas representan una desviación estándar poblacional (n=50).  
----- 36

Figura 9. Promedio del número de *A. lycopersici* en *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* *Frankliniella occidentalis* en jitomate, en invernadero.----- 37

Figura 10. (a y b) *Aculops lycopersici* adherido al apéndice locomotor de Paratrioza (*Bactericera cockerelli*), (c y d) *Aculops lycopersici* pegado con el lóbulo anal en la antena de *Bactericera cockerelli*. Microscopia Electrónica de Barrido, Complejo Biomimic INECOL, Xalapa, Veracruz, México ----- 38

Figura 11. Adulto de Paratrioza (*Bactericera cockerelli*) con el foronte *Aculops lycopersici* en el apéndice locomotor. ----- 39

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Correlación de los parámetros de medición, en las tres variedades de jitomates. IFD: índice de frutos dañados, IFU: índice de frutos útiles, NFU: número de frutos útiles y PUR: peso útil por racimo. ....	12
<b>Cuadro 2.</b> Comparación de Tukey de variedades y estratos. ....	13
<b>Cuadro 3.</b> Frecuencia y estados de desarrollo de <i>Aculops lycopersici</i> , asociados a los insectos plaga. Condición de laboratorio. ....	40
<b>Cuadro 4.</b> Frecuencia y estados de desarrollo de <i>Aculops lycopersici</i> , asociados a los insectos plaga. Condición en invernadero. ....	40
<b>Cuadro 5.</b> Tasa y probabilidad forética de <i>Aculops lycopersici</i> sobre <i>B. cockerelli</i> , <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Frankliniella occidentalis</i> . ....	41

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El jitomate, tomate, o tomate rojo *Lycopersicum esculentum* Mill, es una hortaliza cultivada a nivel mundial. El jitomate es originario del oeste de América del Sur, entre Ecuador y Perú (Bai y Lindhout, 2007; Peralta y Spooner, 2000 y Rick, 1976). México se considera como el punto de domesticación (Pérez *et al.*, 1997; Rick y Holle, 1990; Rick, 1978 y Jenkins, 1948).

El jitomate es importante porque tiene un alto valor nutritivo, rico en vitaminas A y C; además, posee un gran efecto antioxidante que influye en la prevención de enfermedades cardiovasculares y reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas (Gerster, 1997 y Dorais *et al.*, 2008); por lo que, la población lo consume en fresco, cocido, estofado, frito, encurtido, en salsa o combinado con otros alimentos; puede ser procesado industrialmente entero, en pastas, bebidas, polvo, entre otros (Nuez *et al.*, 1995).

Además, es importante por su valor comercial por unidad de superficie cultivada (Von Haeff, 1983); en México, 2013, se sembraron 48,234 hectáreas, obteniendo una producción de 2,694,358 toneladas, con un valor en producción de 15,045,508 pesos (Financiera nacional de desarrollo, 2014). Sobresalió el estado de Sinaloa, el cual concentró 36.6% de la producción y 23.4% del volumen, seguido de Baja California, Jalisco, Baja California Sur, Zacatecas y Michoacán. En total, México exporta a Estados Unidos alrededor de 1.5 millones de toneladas anuales (50 y 70% del volumen de producción), alcanzando un valor de más de 22 mil millones de pesos (Financiera nacional de desarrollo, 2014).

Al ser un cultivo extendido por varias zonas de México se ve afectado por una gran gama de plagas y enfermedades, tanto en campo abierto como en condiciones controladas. Una plaga significativa es el ácaro del bronceado del

tomate *Aculops lycopersici* Masee, el cual ocasiona graves daños al cultivo, en cualquier estado de desarrollo de la planta (Zuchhi, *et al.*, 1993; Saini y Alvarado, 2001; Kawai y Haque, 2004; Fernández, 2011 y Navarro, *et al.*, 2011).

*Aculops lycopersici* es originario de Australia y se ha extendido por todo el mundo. Es un ácaro polífago que se alimenta de solanáceas, se multiplica en numerosos hospedantes (pimiento, berenjena, papa, tabaco, pepino) y en malezas de la familia solanáceae (Bailey y Keifer, 1943; Jeppson *et al.*, 1975; Perring y Farrar, 1986 y Saini y Alvarado, 2001).

Se caracteriza por ser un ácaro muy pequeño, de 0.1 a 0.2 mm, difícil de observar en el cultivo, generalmente se detecta por la aparición de síntomas en la planta (Navarro *et al.*, 2011). *Aculops lycopersici* se localiza en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta; a medida que incrementa su población, avanza ascendentemente en la planta, ubicándose en el haz de las hojas, pecíolos, tallos, flores y frutos (Saini y Alvarado, 2001). Este ácaro se dispersa en la planta de jitomate mediante las corrientes de aire, caminando de una planta a otra, a través de la ropa u otros medios mecánicos (Navarro, *et al.*, 2011 y Saini y Alvarado, 2001), y como producto de esta investigación por foresia.

Los primeros síntomas aparecen desde la parte basal de la planta, se identifican por la coloración bronceada o marrón del tallo principal, este problema se propaga ascendentemente a hojas y frutos. Al principio, las hojas toman un color de amarillo a marrón y acartonado con un aspecto plateado en el envés, hasta secarse y caerse. El fruto del tomate, se vuelve áspero y se torna de color marrón rojizo, e incluso se deforma, (Saini y Alvarado, 2001; Kawai y Haque, 2004 y Navarro, *et al.*, 2011).

*A. lycopersici* prolifera principalmente en condiciones de invernadero, pese a las condiciones controladas del mismo. En la actualidad, se carece de literatura que sustente el comportamiento de este ácaro y las alternativas para su manejo adecuado en condiciones de invernadero. Por lo que surgió la necesidad de investigar sobre esta especie. Debido a las pérdidas económicas que ocasiona a los productores que cultivan jitomate o tomate rojo, aunado al poco conocimiento que se tiene sobre su forma de dispersión. Por lo anterior, esta investigación plantea los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Conocer la biología y hábitos de *Aculops lycopersici* en condiciones de invernadero.

### **Específicos**

- Conocer la respuesta de tres variedades de jitomate, a la densidad poblacional de *A. lycopersici*.
- Encontrar la posible relación forética de *A. lycopersici* con otros insectos, asociados con el jitomate.

### **Hipótesis generales**

- A mayor densidad poblacional de *Aculops lycopersici*, es mayor la incidencia de daño en frutos de jitomate *Lycopersicon esculentum*.
- *Aculops lycopersici* presenta relación forética con algunas especies de insectos asociados con el jitomate.

**CAPÍTULO I. DENSIDAD POBLACIONAL DE *Aculops*  
*lycopersici* MASSEE (TROMBIDIFOMES: ERIOPHYIDAE) Y  
CÓMO AFECTA AL RENDIMIENTO EN JITOMATES**

**RESUMEN**

*Aculops lycopersici* ocasiona la desecación de las plantas de jitomate, provocando daños severos en el fruto, y por ende pérdidas económicas. El objetivo de esta investigación fue conocer la incidencia de daño en frutos de *A. lycopersici*, para generar estrategias oportunas de manejo. El diseño experimental fue bloques completos con tratamientos aleatorizados. Se determinó la incidencia del daño ocasionado por *A. lycopersici* en tres variedades de jitomates (SUN 7705, CID y V305 F1). Los datos se analizaron mediante un ANOVA. En los resultados, se encontró que la incidencia de daño para la variedad V305 F1 fue mayor, ocasionando mayor índice de frutos dañados, menor índice de frutos útiles y menor peso promedio por fruto. El estrato medio de la planta presentó el mayor índice de daño y densidad poblacional. Se concluye que, la variedad que obtuvo mayor incidencia de daño y reducción en el rendimiento fue la V305 F1; la menos afectada, fue CID.

**Palabras clave** *Aculops lycopersici*, *Lycopersicum esculentum*, incidencia de daño y relación forética.

# **Aculops lycopersici MASSEE (TROMBIDIFOMES: ERIOPHYIDAE) POPULATION DENSITY AND HOW IT AFFECTS TOMATO YIELD**

## **ABSTRACT**

*Aculops lycopersici* significantly affects the production and yield of tomato, leading to substantial economic losses. The aim of this experiment was to determine the damage caused by the mite in tomato fruits from three varieties (SUN 7705, CID and V305 F1). For this, the number of damaged fruits, useful fruits as well as their weight was quantified. The experiment was done under greenhouse conditions using a completely randomized block design, data were analysed with ANOVA. The variety V305 F1 showed the greatest number of damaged fruits and as a consequence, the lowest number of useful fruits with the smallest average weight per fruit in comparison with the other tomato varieties. The variety CID was the least affected by the mite *A. lycopersici*.

**Keywords** tomato damage, weight reduction, tomato russet mite.

## 1.1. Introducción

El cultivo de jitomate presenta diversos riesgos fitosanitarios, principalmente el ‘acaro del bronceado del jitomate (TRM) *Aculops lycopersici* (Massee). Su principal huésped es el jitomate (*Lycopersicon sculentum*) (Jeppson *et al.*, 1975), pero también ataca a otras plantas de la familia Solanácea como a la papa (*Solanum tuberosum*), berenjena (*Solanum melongena*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), chile (*Capsicum sp.*), petunia (*Petunia sp.*), hierba mora (*Solanum nigrum*) y de la familia Convolvulaceae, correhuela (*Convolvulus arvensis*) y campanilla morada (*Ipomoea purpurea*) (Jeppson *et al.*, 1975; Doreste, 1984; Gallo *et al.*, 1984; Gómez y Rivera, 1987 y Magalhães, 1988). En esas especies no provoca daños tan severos como en el jitomate (Serrano, 1991).

Para Fernández (2011), Haque y Kawai (2003), Saini y Alvarado (2001) y Vacante (1982), la temperatura óptima para su desarrollo es 27 °C, con una humedad relativa de 30%, en esas condiciones se completa una generación de seis a siete días. Las poblaciones máximas se alcanzan en primavera y otoño (Navarro *et al.*, 2011 y Saini y Alvarado, 2001),

El TRM se alimenta de células epidérmicas por medio de tres tipos de estiletes (de 15 µm de longitud) que rodean la boca: quelíceros, labrum e infra-capítulo, los quelíceros depositan saliva a las células epidérmicas, mientras que el labrum y el infra-capítulo forman un canal alimenticio para succionar los contenidos de las células digeridas pre-oralmente (Nuzzaci y Alberti 1996). Este tipo de alimentación destruye las células epidérmicas, induce la formación de tejido insensible en las zonas dañadas y provoca que la planta reduzca la fotosíntesis y respiración (Royalty y Perring 1996).

Fernández (2011) y Navarro, *et al.* (2011), mencionan que *A. lycopersici* se localiza en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, y a medida que incrementa su población avanza por zonas ascendentemente, desecando la parte baja de la planta; por lo que, los síntomas aparecen desde la parte basal y se propagan ascendentemente extendiéndose, en poco tiempo, a gran parte del cultivo.

TRM es una de las principales plagas del cultivo de jitomate, causa daños severos en todas las etapas del desarrollo (Perring, 1996) y serias pérdidas económicas (Royalty and Perring, 1996; Duso *et al.*, 2010). Los síntomas son: en las *hojas* se forman anillos de color plateado en la superficie inferior, posteriormente, se tornan de color amarillo a marrón acartonado con un aspecto plateado en el envés, hasta que se secan y caen (Jeppson *et al.*, 1975 y Doreste, 1984). Los *tallos* adquieren una apariencia bronceada o coloración canela, la parte inferior pierde las vellosidades, se agrietan longitudinalmente y mueren. En los *frutos*, verdes o maduros, su piel se vuelve áspera y se torna de color marrón, e incluso se deforma y pierde peso (Saini y Alvarado, 2001; kawai y Haque, 2004 y Navarro, *et al.*, 2011); además, sufren quemaduras de sol cuando cae el follaje (Jeppson *et al.*, 1975 y Doreste, 1984). Para De Oliveira *et al.* (1982) el ácaro prefiere habitar en la superficie próxima al pedúnculo, produciéndole pequeñas rajaduras.

El estudio de *A. lycopersici* es importante, máxime que por su tamaño microscópico (0.1 a 0.2 mm) es muy difícil de observar, percatándose de su presencia cuando los primeros síntomas son evidentes, los cuales se observan diez días después del inicio de la infestación, y en ese momento, su incidencia es muy alta (De Oliveiro *et al.*, 1982; Kay, 1986; Saini y Alvarado, 2001 y Navarro,

*et al.*, 2011); por lo tanto, es necesario, determinar si la incidencia de *A. lycopersici*, afecta en el rendimiento y en el daño de tres variedades de jitomate.

## **1.2. Materiales y Métodos**

La investigación se realizó en un invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se sembraron tres variedades de jitomate saladette (V305 F1, CID y SUN 7705) en charolas almacigueras con un previo tratamiento pregerminativo a la semilla (*Bacillus subtilis*). Después de cuatro semanas se trasplantó en bolsas de polietileno con sustrato de tezontle rojo; su riego fue por goteo (8 litros por hora) con un sistema automatizado y se fertilizó con una solución nutritiva equilibrada (Solución Universal Steiner) (Steiner, 1945).

### **1.2.1. Diseño experimental y tamaño de la unidad experimental**

El diseño experimental fue bloques completos con tratamientos aleatorizados. Para la unidad experimental se tomaron al azar 10 plantas, se consideraron los tres estratos (inferior, medio y superior) con tres repeticiones por cada variedad, es decir, 30 plantas por variedad, con un total de 90. Se propició la infestación del ácaro dentro del cultivo de jitomate a los 60 días después del trasplante, donde se colocó un tallo de 5 cm infestado en cada uno de los estratos de la planta ( $\bar{x}=530$  TRM). De esa manera, *A. lycopersici* tuvo la posibilidad de establecerse en cualquier variedad y estrato del cultivo. El número de individuos fue un indicativo de la preferencia del ácaro a las variedades y estratos.

### 1.2.2. Evaluación y parámetros de medición

Para cuantificar la intensidad del daño del ácaro bronceado del jitomate (*A. lycopersici*), a los 60 días después de la infestación, se evaluaron, por única ocasión, los racimos, de la fruta del tomate, de cada uno de los estratos: inferior, medio y superior. En esta investigación, se consideró a un fruto dañado, cuando éste presentaba un 20% de daño en la superficie, y un fruto útil no presentaba daño o era inferior a 20%. En las variables que implicaron peso, se utilizó una báscula (PCE-BT).

A continuación, se describe como se evaluó cada parámetro, se resalta que los procedimientos se realizaron para cada uno de los estratos en las 90 plantas evaluadas.

- Índice de frutos dañados, surgió de dividir los frutos totales, del racimo elegido al azar, entre los frutos dañados (daño mayor a 20%).
- Índice de frutos útiles, se dividieron los frutos totales, del racimo elegido al azar, entre los frutos útiles por racimo.
- Frutos útiles por racimo, se cuantificó el número de frutos con menos del 20% de daño del total del racimo.
- Peso promedio por fruto útil, se pesó el total de los frutos útiles, el resultado se dividió entre el número de frutos útiles.
- Peso promedio por racimo, se obtuvo del peso promedio de los frutos útiles por racimo.
- Densidad de infestación, se realizó a través de un conteo de *A. lycopersici*, vivos, presentes en un cm<sup>2</sup>/fruto dañado, con una lupa de campo de 10X.

Para el análisis de resultados, a cada una de las variables se le realizó un análisis de varianza con submuestreo, con modelo lineal general y prueba de

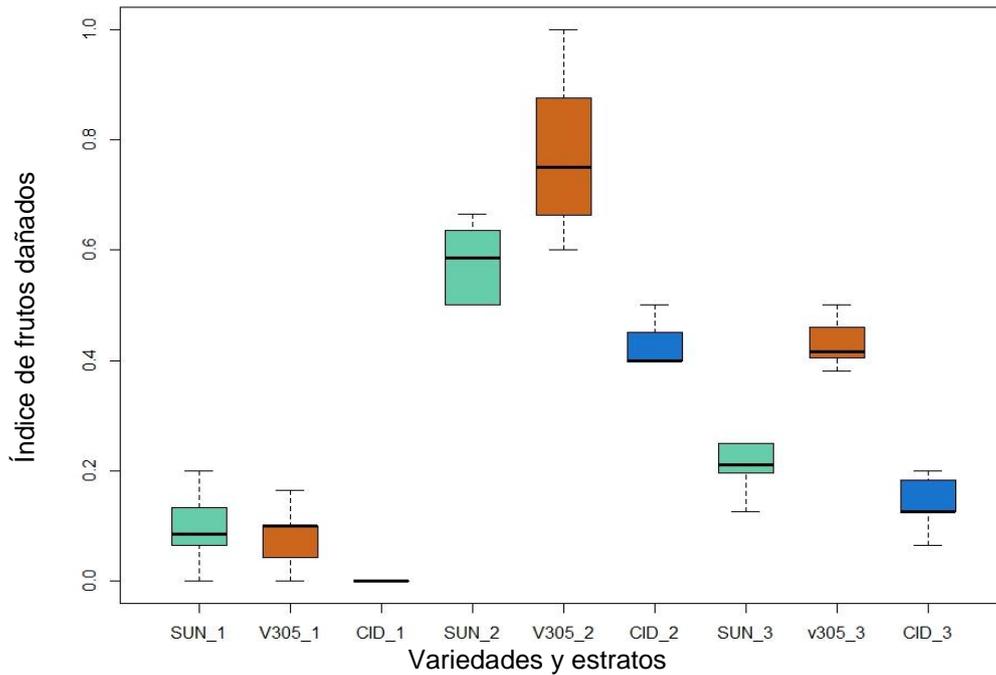
comparación de medias de Tukey con un  $\alpha=0.05$ , con el paquete estadístico SAS. v9.4, y correlación (-1 y 1) de los parámetros evaluados.

### 1.3. Resultados y discusión

#### 1.3.1 Índice de frutos dañados

Los resultados del análisis de varianza indican ( $F_{2,4}= 32.91$ ;  $P=0.0033$ ), que el estrato medio presentó mayor proporción de frutos dañados, seguido por el estrato superior y finalmente, el estrato inferior; en ese sentido, el estrato inferior tuvo menor índice de frutos dañados, que en el estrato medio y superior (Figura 1), concordando con Fernández (2011), Navarro, *et al.* (2011), Saini y Alvarado (2001) y Doreste (1984) en que el daño que provoca *Aculops lycopersici* es ascendente, y en la parte baja la población no era considerable, ya que estaba desplazándose hacia las partes altas de la planta de jitomate donde ocasionó que los daños fueran visibles.

Paralelamente, la variedad V305 F1 tuvo mayor propensión al daño en frutos ( $F_{2,4}= 6.20$ ;  $P=0.0595$ ), aunque estos resultados son significativos a un valor de  $\alpha=0.1$ ; en ese sentido, se determinó que la variedad CID es la que presentó menor proporción de daño en frutos (Figura 1); por lo tanto, esta variedad tiene mayor resistencia al daño causado por *A. lycopersici*.



**Figura 1.** Distribución del índice de frutos dañados en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1(inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

Se resalta que, durante las observaciones, los frutos desarrollados de las variedades CID y SUN 7705, en los tres estratos, presentaban daño; pero, en la variedad V305 F1 el daño era más evidente. La presencia de daño en los tres estratos de las plantas de jitomate concuerda con Perring (1996), en que TRM ocasiona daños en cualquier estado de desarrollo del cultivo, ya sea en el estrato viejo (inferior) o joven (superior).

El análisis de correlación (Cuadro 1), indica que a mayor proporción de frutos dañados ( $\rho=0.793$ ) es mayor la densidad de infestación de TRM, lo que coincide con De Olivera *et al.* (1982), Kay (1986), Saini y Alvarado (2001) y Navarro, *et al.* (2011) en que los síntomas de TRM son evidentes, en este caso los frutos dañados, cuando la incidencia de TRM es alta.

**Cuadro 1.** Correlación de los parámetros de medición, en las tres variedades de jitomates. IFD: índice de frutos dañados, IFU: índice de frutos útiles, NFU: número de frutos útiles y PUR: peso útil por racimo.

	IFD	IFU	NFU	PESO	PUR	Densidad
IFD	1.000					
IFU	-1.000	1.000				
NFU	-0.929	0.928	1.000			
PESO	-0.846	0.844	0.902	1.000		
PUR	-0.753	0.750	0.861	0.894	1.000	
Densidad	0.793	-0.791	-0.802	-0.769	-0.820	1.000

Cuando la correlación es cercana a 1(+), indica que ambas variables incrementan o disminuyen de manera conjunta, y cuando es cercana a -1, indica que una de las variables incrementa, mientras la otra disminuye.

### 1.3.2. Índice de frutos útiles

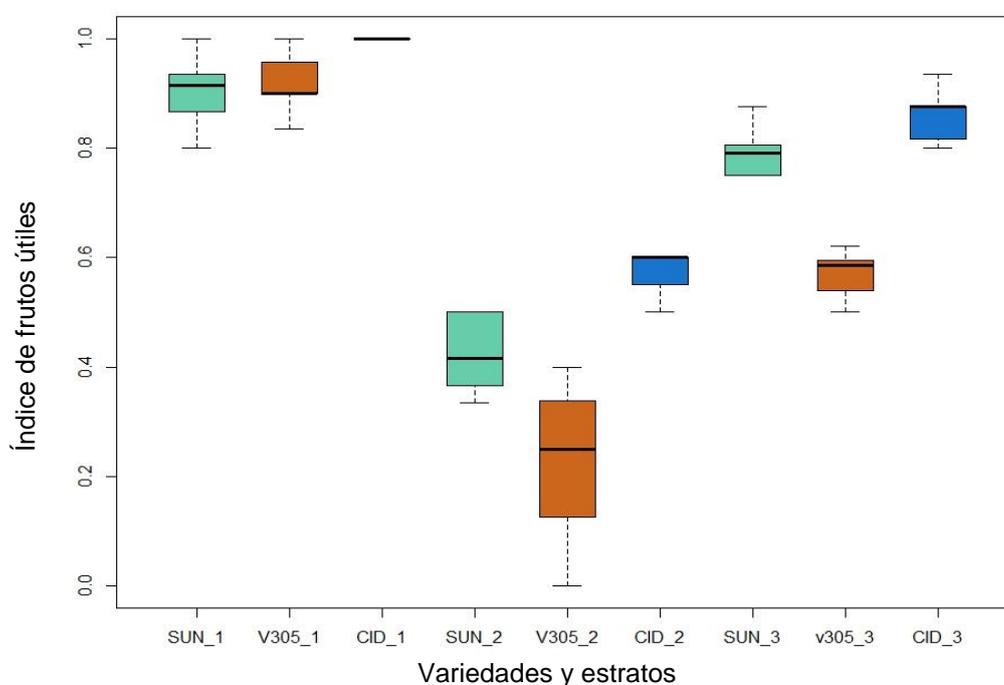
Las tres variedades mostraron que por lo menos uno de los estratos tenía mayor índice de frutos útiles (Cuadro 2); el estrato inferior presentó mayor índice de frutos útiles ( $F_{2,4}= 32.92$ ;  $P=0.0033$ ), seguidos del estrato superior y medio; lo cual se debe a que la población y el daño de TRM es ascendente de manera que, la población no fue alta para ocasionar daños en los frutos de la parte baja de la planta de jitomate, pero si estaba aumentado la cantidad de *A. lycopersici* en el parte media y alta, por lo que el daño fue significativo ( $F_{2,4}= 32.92$ ;  $P= 0.0033$ ) en estos estratos, coincidiendo con Fernández (2011), Navarro, *et al.* (2011), Saini y Alvarado (2001) y Doreste (1984).

Variedades estratos	y	IFD	IFU	NFU	Peso $\bar{x}$	PUR	Densidad
SUN 7705		1.1711 a	2.7020 a	12.910ab	373.83 a	1530.9 ab	205.19 b
V305 F1		1.6852 a	2.1878 a	10.887 b	302.97 a	1074.8 b	406.89 a
CID		0.7927 a	3.0803 a	17.644 a	460.31 a	2739.3 a	90.48 b
Estrato inferior		0.2549 b	3.6181 a	19.193 a	502.40 a	2626.4 a	105.86 b
Estrato medio		2.3070 a	1.5660 b	7.918 b	254.89 b	1198.5 b	350.15 a
Estrato superior		1.2549 b	2.7860 a	14.330 a	379.82 ab	1520.0 ab	246.54 ab

## Cuadro 2. Comparación de Tukey de variedades y estratos.

a, b, c= letras iguales entre columnas indican que estadísticamente son iguales ( $P \leq 0.5$ )

La Figura 2 indica que la variedad V305 F1 tuvo menor índice de frutos útiles ( $PR > F, 0.0595$ ), y que la variedad CID exhibió mayor proporción de frutos útiles en el estrato inferior y superior. Por lo anterior, se determinó que la variedad V305 F1 es más susceptible al daño ocasionado por TRM.



**Figura 2.** Distribución de índice de frutos útiles en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

La variedad CID, en el estrato medio, y la variedad V305 F1, en el estrato superior, presentan índice similar de frutos útiles.

El análisis de correlación ( $\alpha = 0.1$ ) indica que a mayor cantidad de frutos útiles es menor el índice de daño ( $\rho = -1.000$ ) (Cuadro 2); es decir, que a menor presencia de TRM en el cultivo de jitomate será mayor la cantidad de frutos que se puedan

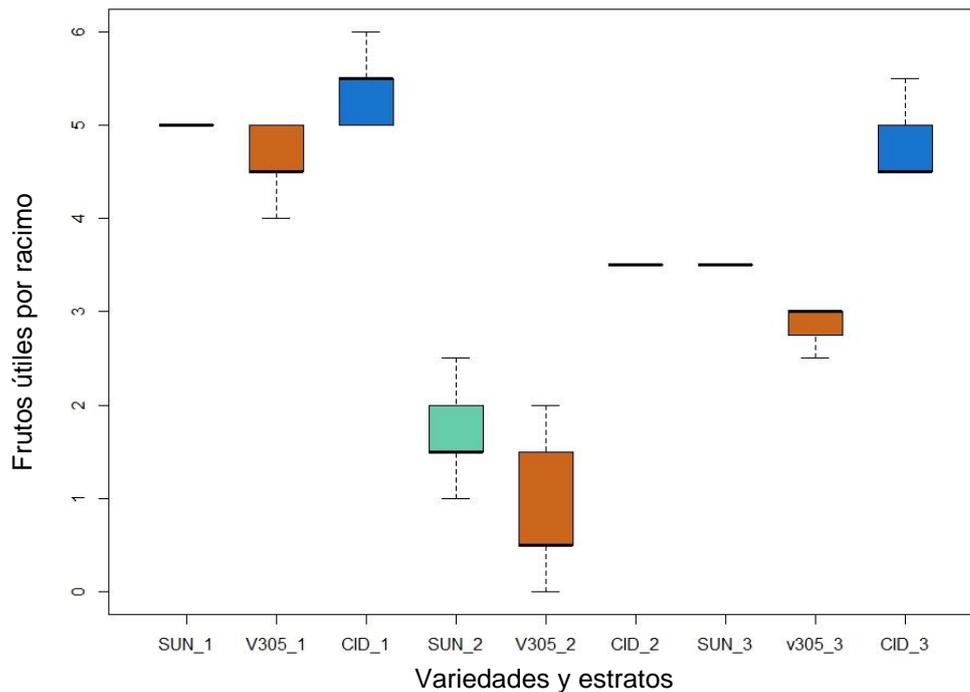
comercializar concordando con De Oliveiro *et al.* (1982), Kay (1986), Saini y Alvarado (2001) y Navarro, *et al.* (2011).

### 1.3.3 Frutos útiles por racimo

Los resultados del análisis de varianza indican que el estrato medio es el que presentó menor proporción de frutos útiles por racimo ( $F_{2,4}=21.23$ ;  $P=0.0074$ ), seguido por el estrato superior e inferior. En ese sentido, los frutos del estrato inferior no presentaron daño significativo porque la incidencia de *A. lycopersici* fue baja (Cuadro1), pero a medida que incrementó su población, el ácaro avanzó ascendentemente provocando daños en los frutos, lo que coincide con Fernández (2011), Navarro, *et al.* (2011), Saini y Alvarado (2001) y Doreste (1984).

En la Figura 3 se indica que la variedad V305 F1 tuvo menor número de frutos útiles por racimo ( $F_{2,4}=7.98$ ;  $P=0.0401$ ), la variedad que presentó mayor rendimiento, en esta investigación, fue Cid, la cual exhibió mayor proporción de frutos útiles por racimo.

La variedad Cid, en el estrato medio, y la variedad Sun 7705, en el estrato superior, no muestran diferencia significativa con relación a frutos útiles por racimo, debido al desarrollo vegetativo de las variedades.



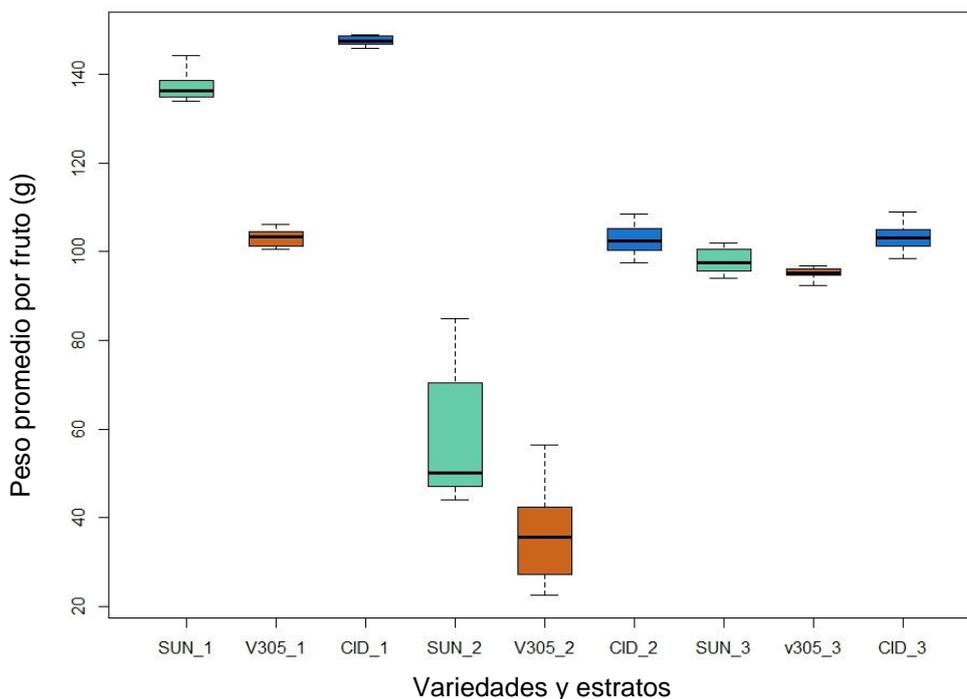
**Figura 3.** Distribución de índice de frutos útiles por racimo en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

El Cuadro 2, a un valor de  $\alpha = 0.1$ , indica que a mayor cantidad de frutos útiles por racimo es menor el índice de frutos dañados ( $\rho = -0.929$ ); asimismo, que a mayor cantidad de frutos útiles por racimo es mayor el índice de frutos útiles ( $\rho = 0.928$ ).

#### 1.3.4. Peso promedio por fruto útil

La Figura 4 indica que el estrato medio presentó menor peso promedio por frutos ( $F_{2,4} = 11.64$ ;  $P = 0.0215$ ), seguido por el estrato superior e inferior. El bajo peso de los frutos de jitomate se debe al daño que ocasiona *Aculops lycopersici* (TRM) a los frutos, lo que coincide con Saini y Alvarado (2001), Kawai y Haque (2004) y Navarro, *et al.* (2011). Lo anterior, y de acuerdo con Royalty y Perring (1988), Nuzzaci y Alberti (1996) y Zucchi, *et al.* (1993), se deriva del hábito alimenticio de TRM, quien se alimenta de las células epidérmicas de la planta de jitomate

reduciendo la fotosíntesis y respiración, y por ende, disminuye el peso de la producción.



**Figura 4.** Distribución de peso promedio por fruto en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

El bajo peso promedio de los frutos, de los estratos medio y superior, ocasionan pérdidas económicas al productor, ya que causa baja producción en el cultivo, concordando con Berlinger *et al.* (1982), Kay (1986) y Royalty y Perring (1987).

Asimismo, al contrastar las variedades, a un valor de  $\alpha=0.1$ , se detectó que V305 F1 tuvo menor peso promedio de frutos ( $F_{2,4}=4.72$ ;  $P=0.0886$ ) en comparación con la variedad SUN 7705 y CID. La variedad con mayor peso promedio de frutos fue CID, la cual mostró resultados similares en el estrato medio y superior.

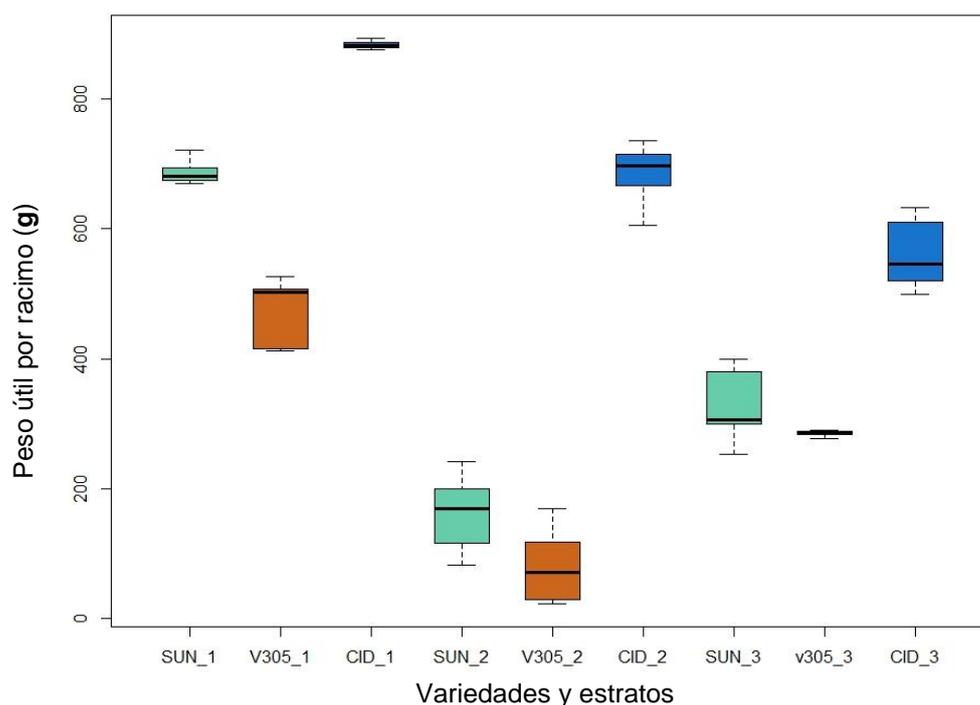
La prueba de Tukey indicó que la variedad, que en los tres estratos, mostró bajos resultados en peso promedio por frutos de jitomate fue V305 F1; de manera que, de acuerdo con Fernández (2011), quien menciona que *Aculops lycopersici* está presente todo el año, y de acuerdo a los resultados no se recomienda el uso de

esta variedad, ya que se obtendrá menor peso promedio de frutos útiles para su comercialización.

El análisis de correlación (Cuadro 2), muestra que a mayor peso promedio de frutos es menor el índice de frutos dañados ( $\rho = -0.846$ ); y mayor el índice de frutos útiles ( $\rho = 0.844$ ) y frutos útiles por racimo ( $\rho = 0.902$ ).

### 1.3.5. Peso promedio por racimo

Para esta variable solo se consideraron los frutos útiles por racimo; el análisis de varianza, señala que el estrato medio, presentó menor peso promedio por racimo ( $F_{2,4}=9.32$ ;  $P= 0.0312$ ), seguido por el estrato superior e inferior, el cual se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Distribución de peso útil por racimo en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

En lo que respecta a las variedades, se determinó que V305 F1 presentó menor peso promedio de frutos ( $F_{2,4}=12.29$ ;  $P= 0.0196$ ) que la variedad SUN 7705 y

CID. El bajo peso es consecuencia del hábito alimenticio de *Aculops lycopersici*, quien se alimenta de las células epidérmicas de la planta de jitomate reduciendo la fotosíntesis y respiración, y por ende disminuye el peso de la producción, lo que coincide con Royalty y Perring (1988), Nuzzaci y Alberti (1996) y Zucchi, *et al.* (1993).

La prueba de Tukey indicó que la variedad que tuvo mayor peso útil por racimo de frutos, en los tres estratos, fue la variedad CID (Cuadro 1). El estrato inferior de las tres variedades investigadas presentó mayor peso útil por racimo; es decir, *A. lycopersici* no provocó daños en este estrato de la planta, ya que su población se desplazaba ascendentemente y en la parte baja la población no era alta para provocar daños severos en el cultivo, concordando con Fernández (2011), Navarro, *et al.* (2011), Saini y Alvarado (2001) y Doreste (1984).

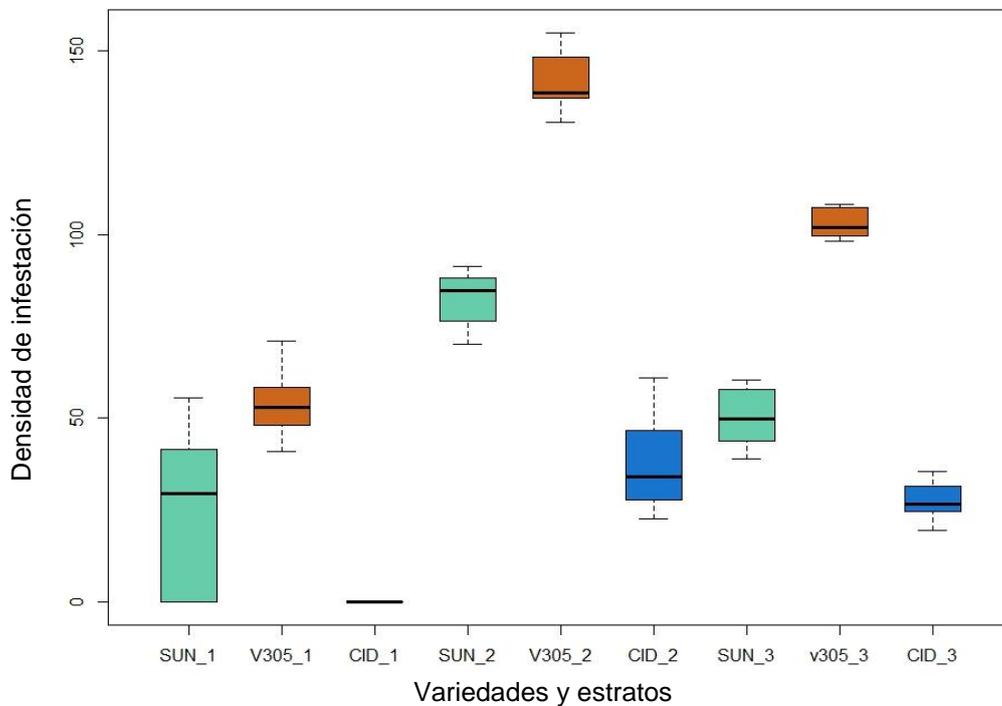
El análisis de correlación (Cuadro 2), a un valor de  $\alpha = 0.1$ , determina que a mayor peso promedio de frutos útiles por racimo es menor el índice de daño ( $\rho = -0.753$ ); además que, a mayor peso promedio de frutos útiles por racimo es mayor el índice de frutos útiles ( $\rho = 0.750$ ), los frutos útiles por racimo ( $\rho = 0.861$ ) y el peso promedio por fruto ( $\rho = 0.894$ ).

#### 1.3.6. Densidad de infestación de *Aculops lycopersici* en frutos.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) de la densidad de *Aculops lycopersici*, hubo diferencias estadísticamente significativas ( $F_{2,4} = 11.79$ ;  $P = 0.020$ ) entre los tres estratos de las variedades evaluadas. Por lo tanto, los resultados muestran una densidad de población significativamente mayor de *A. lycopersici* en el estrato medio, seguida por el estrato superior, mientras que el estrato inferior tuvo menor densidad TRM (Figura 6).

El TRM presenta saturación poblacional del espacio de donde se tomaron los datos; ya que se asocia el corto ciclo de *Aculops lycopersici* (7 días), con la alta tasa de fecundidad (51.7 huevecillos por hembra) provocando que la población aumente exponencialmente en pocos días (Schuster, 2013; Navarro *et al.*, 2011 y Haque and Kawai, 2003).

Sin embargo, a un valor de  $\alpha=0.5$ , los resultados son significativos al conocer que el estrato medio presentó mayor cantidad de *Aculops lycopersici*, y posteriormente el estrato superior; el estrato inferior tuvo la menor densidad de TRM, esto coincide con las investigaciones realizadas por Fernández (2011), Navarro, *et al.* (2011), Saini y Alvarado (2001) y Doreste (1984) quienes mencionan que a medida que TRM incrementa su población avanza hacia el estrato superior, lo que indica que la densidad poblacional se está incrementando.



**Figura 6.** Distribución de la densidad de infestación de *Aculops lycopersici* en la fruta de jitomate en las variedades SUN 7705, V305 F1 y CID, en los tres estratos: 1 (inferior), 2 (medio) y 3 (superior).

Asimismo, en lo referente a las variedades de jitomate hubo diferencia significativa, de manera que, la variedad V305 F1 fue la que tuvo mayor densidad de TRM ( $F_{2,4}=20.12$ ;  $P=0.008$ ). En ese sentido, en la Figura 6 se observa, que la variedad V305 F1 manifiesta más individuos de TRM en los tres estratos.

La variedad CID, en los tres estratos, manifestó la menor cantidad de TRM, le antecedió la variedad SUN 7705 (Cuadro 1); en ese sentido, para la comercialización del jitomate, en condiciones de invernadero, la variedad CID fue la que presentó mayor índice de frutos útiles, peso promedio en frutos y baja densidad de *A. lycopersici*, de manera que se tendrá un mejor rendimiento del cultivo.

El análisis de correlación (Cuadro 2), muestra que a mayor densidad de *Aculops lycopersici* será mayor el índice de daño ( $\rho= 0.793$ ); asimismo, a mayor número de individuos de TRM será menor el número de frutos útiles ( $\rho= -0.791$ ), los frutos útiles por racimo ( $\rho= -0.802$ ), el peso promedio de frutos ( $\rho= -0.769$ ) y el peso promedio por racimo ( $\rho= -0.820$ ), la cual indica que la presencia del ácaro repercute en el rendimiento de las variedades evaluadas, por lo que existe un estrecha correlación en las variables consideradas en esta investigación.

#### **1.4. Conclusiones**

El objetivo planteado se cumplió al conocer la incidencia de daño de *Aculops lycopersici* y la reducción del rendimiento en tres variedades de jitomate.

La alta densidad de *A. lycopersici* ocasionó daños visibles en los frutos de jitomate, principalmente en el estrato medio de la planta, lo que provocó reducción en el peso.

De las tres variedades investigadas, la variedad V305 F1 presentó mayor cantidad de *A. lycopersici*, seguido por SUN 7705, y por último CID. En ese sentido, la variedad CID tuvo mayor resistencia al daño causado por *A. lycopersici*. Mientras que, la variedad V305 F1, fue la más susceptible, ya que presentó mayor índice de frutos dañados y densidad de *A. lycopersici*, así como menor índice de frutos útiles y menor peso promedio por fruto.

Por lo anterior, para la comercialización del jitomate, en condiciones de invernadero, y con problemas recurrentes de *Aculops lycopersici* la variedad CID, puede presentar menor incidencia de daño, mayor índice de frutos útiles, mayor peso promedio en frutos y baja densidad de *A. lycopersici* debido a que esta variedad obtuvo un rendimiento de 45% mayor a las variedad SUN 7705 y 61% mayor a la variedad V305 F1.

Con relación a los tres estratos, en las tres variedades, el estrato inferior presentó menor incidencia de daño y densidad de infestación en frutos, así como mayor índice de frutos útiles y peso promedio por fruto útil, esto se debe a que la densidad de TRM era baja, lo que permitió que no tuvieran daños considerables; le siguió el estrato medio y superior, ya que la población y el daño de *A. lycopersici* es ascendente.

### **1.5. Literatura citada**

Bai, Y and P Lindhout. 2007. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? *Annals of Botany*.

1-10

Bailey, SF and HH Keifer. 1943. The tomato russet mite, *Phyllocoptes destructor* Keifer: its present status. *Journal Economic Entomology*. 36: 702-712.

- Berlinger, M.J.; Dahan, R.; and Cohen, S. 1982. Greenhouse tomato pests and their control in Israel. Proc. Working Group Integrated Control in Glasshouses. Darmstadt. June 26-29. 1982. Bull IOBCI/WPRS/1983/V/I3; 7- 11.
- De Olivera, C.A.L.; Eschtapati, D.; Velho, D.; Sponchiado, O.I. 1982. Daños cuantitativos causados pelo microácaro *Aculops lycopersici* (Massae 1937) en cultura de tomatero. Ecosisterna (Brasil) vol. 7. pp. 14-18.
- Doreste, S.E. 1984. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie Investigación y Desarrollo No. 11. San José. Costa Rica. p. 61, 72, 76, 95, 204, 209, 219, 375, 377.
- Duso, C.; Castagnoli, M.; Simoni, S.; Angeli, G. 2010. The impact of eriophyoides on crops: recent issues on *Aculus schlechtendali*, *Calepitrimerus vitis* and *Aculops lycopersici*. Journal Experimental and Applied Acarology, 51(1-3): 151-168.
- Fernández B. J. 2011. *Aculops lycopersici*. Ficha Técnica de Sanidad Vegetal. Núm. 060. Gobierno de Extremadura. Consejería de Agricultura, Desarrollo rural, medio ambiente y energía.
- Financiera Nacional de Desarrollo. 2014. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Disponible en <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Jitomate%20%28abr%202014%29.pdf>
- Foolad, R.M. 2007. Genome Mapping and Molecular Breeding of tomato. International Journal of plant Genomics. 52p.

- Gallo, D. (1978). Manual de Entomología Agrícola, Editora CARES. Edicao "Cares Iii".
- Gerster, H. (1997). The potential role of lycopene for human health. J. Am. Coll. Nutr 16(2):109-126
- Gomez A. A.; Rivera Posada, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Centro Nacional de Investigaciones del Café: CERNICAFE. Carvajal S. A. Chinchiná, Colombia. p. 402.
- Haque, M.M. and A. Kawai. 2003. Effect of temperature on development and reproduction of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Masee (Acari: Eriophyidae). Appl. Entomol. Zool. 38(1):97-101.
- Jenkins, JA. 1948. The Origin of the cultivated tomato. Economic Botany 4: 379-392.
- Jeppson, L.R.; Keifer, H.B.; Baker, E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. pp. 359-555.
- Kawai, A ; Haque, M. M. 2004 Population growth of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) and its injury effect on the growth of tomato plants. J. Acarol. Soc. Jpn., 11, 1–10.
- Kay, I. R. 1986. Tomato russet mite: a serious pest of tomatoes. Queensland Agricultural Journal 112(5): 231.232.
- Keifer. B.H.; Baker. E.W.; Kono. T.; Delfinado. M.; Styer, W.E. 1982. An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. U.S.D.A. Handbook No. 573. pp.130-131.
- Krantz. G.W. 1978. A manual of Acarology. 2nd. ed. Oregon State University Book Stores. Corvallis. Oregon. pp. 100 101.

- Magalhaes Bastos, J.A. 1982. Principais pragas das culturas seus controles. 2a. Ed. rev. Livraria Nobel: S.A. Sao Paulo. 210 pp.
- Magalhaes AGALHAES BASTOS. J. A. 1982. Principais pragas das culturas seus controles. 2a. Ed. rev. Livraria Nobel: S.A. Sao Paulo. pp. 209.210.
- Massee, A. M. 1937. An eriophyid mite injurious to tomato. *Bull. Entomol. Res.* 28: 403.
- Mau, R.F.L. and S.G. Lee. 1994. *Aculops lycopersici* (Massee). Crop Knowledge Master. <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop>.
- Moraza, ML. 1999. Los ácaros: origen, evolución y filogenia 281-292. Evolución y Filogenia de Arthropoda Bol. SEA, 26. 806pp.
- Navarro Cuesta, Virginia; Lara Acedo, Lidia; Fernández Fernández, Milagros. 2011. Colección de fichas de plagas en cultivos hortícolas protegidos. Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. pp. 1-36.
- Nuez, FA; J Rodríguez; J Tello; B Cuartero. 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi Prensa. España. 125 p.
- Nuzzaci, G. and Alberti, G., 1996. Internal anatomy and physiology. In: E.E. Lindquist, M.W. Sabelis and J. Bruin (Editors), *Eriophyoid mites - Their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science Publ., Amsterdam, The Netherlands, pp. 101-150.
- Peralta, IE and DM Spooner. 2000. Classification of wild tomatoes: a review. *Kurtziana* 28 (1): 45-54.
- Pérez, GM; SF Márquez and LA Peña. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 149-181.

- Perring, T.M. 1996. Vegetables. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J, eds. Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest., 6: 593-610.
- Perring, T.M.; Farrar, Ch. A. 1986. Historical perspective and current world status of the Tomato Russet Mite (Acari: Eriophyidae). Ent. Soc. of Am. Misc. Publ. 63: 19.
- Rick, CM. 1976. Tomato *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). In: N W Simmonds (ed.) Evolution of crop plants. Longman London. 268-273.
- Rick, CM. and M Holle. 1990. Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*: Genetic variation and its evolutionary significance. Economic Botany 44 (3 Supplement): 69-78.
- Royal Ty, R.N.; Perring, T.M. 1988. Morphological Analysis of damage to tomato leaflet by tomato Russet Mite (Acari: Eriophyidae) J. of Econ. Ent. 81 (3): 816-820. 16.
- Royalty. R.N.; Perring. T.M. 1987. Comparative Toxicity of acaricides to *Aculops lycopersici* and *Homeopronematus anconal* (Acari: Eriophyidae. Tydeidae) J. of Econ. Ent. 80(2): 348-351.
- Saini, E and L Alvarado. 2001. Insectos y Ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales. INTA y SAGPyA. Buenos Aires, República Argentina. 70 pp.
- Schuster, D. 2013. Tomato russet mite: *Aculops lycopersici*. UF/IFAS GREC-Balm. University of Florida. Wimauma, Florida.
- Vacante, V. 1982. La difusa del pomodoro in serra dell' eriofide rugginoso (*Aculops lycopersici*) (Masse) (Acarina: Eriophyidae). Colture Protette XI. 6: 29-34.

Von Haeff, JNM. 1983. Manuales para educación agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), Editorial Trillas, D.F., México: 9-53 pp.

Zuchi, RA; SN Silveira and S Nakano. 1993. Guía de Identificación de Plagas Agrícolas. Piracicaba: FELQ, 1993. 139 p.

## **CAPITULO II. ¿EXISTE UNA RELACIÓN FORÉTICA ENTRE *Aculops lycopersici* (TROMBIDIFORMES: ERIOPHYIDAE) CON INSECTOS ASOCIADOS AL JITOMATE?**

### **RESUMEN**

La foresia es considerada normal en los ácaros porque aprovechan algunos insectos para dispersarse; sin embargo, no existen reportes sobre la relación forética de *A. lycopersici* con insectos. El objetivo de esta investigación fue conocer la posible relación forética de *Aculops lycopersici* con *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*, en tres variedades del cultivo de jitomate. La investigación contempló dos experimentos: Uno en *cámara de cría*, en cajas Petri se depositaron foliolos de jitomate con *A. lycopersici* y un posible hospedante forético (n=50), y el segundo en *invernadero*, se tomaron al azar 30 plantas de jitomate, se colocaron tres cajas petri con un hospedante forético en el estrato medio de cada planta; el conteo de ácaros forontes en cada uno de los insectos foréticos, se hicieron a las 24 horas posteriores. Para determinar la relación forética (número de *A. lycopersici* por especies de insectos) se realizó un análisis de variación para determinar la significancia de las diferencias en los conteos de ácaros sobre las especies de insectos, con el paquete estadístico de SAS V9.4. Los resultados indican que existe diferencia significativa en el número de *A. lycopersici* en *B. cockerelli* en el laboratorio y en el invernadero. Se concluye que existe posible relación forética entre *A. lycopersici* y *B. cockerelli*, por lo que este insecto puede ser importante en la dispersión de *A. lycopersici* en México.

**Palabras clave:** *Foresia*; *Aculops lycopersici*, *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*

**IS THERE A FORETIC RELATIONSHIP BETWEEN *Aculops lycopersici* (TROMBIDIFORMES: ERIOPHYIDAE) WITH INSECTS ASSOCIATED WITH JITOMATE?**

**ABSTRACT**

Phoresis is common in mites, because it allows them to use other insects for dispersal. Despite this, there is no records about the phoretic relationship between *A. lycopersici* with other insects in the tomato system. The aim of this experiment was to determine the possible phoretic relationship between the mite and the insect species *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis*, in three tomato varieties under controlled environment (CE) room and greenhouse conditions. For the CE room experiment, different Petri dishes containing leaflets of the three varieties were used. In each Petri dish, mites and one of the insects individuals were put together (n=50). For the greenhouse experiment, 30 plants per each variety were used. In each plant, three Petri dishes, each containing a different insect species, were placed in the middle section of the plant. In both experiments (CE room and greenhouse), the number of mites in each of the insect hosts were quantified 24 h after the experiment started. Data were analysed using ANOVA. Results showed that significantly more mites were found on *B. cockerelli*. We conclude that *B. cockerelli* might be an important way of dispersal for *A. lycopersici* in the tomato system.

**Keywords:** Phoresis, *Aculops lycopersici*, *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci*, *Frankliniella occidentalis*

## 2.1. Introducción

La dispersión es importante para la dinámica poblacional de los ácaros, debido a que tienen que desplazarse para encontrar alimento y ambientes idóneos para vivir o reproducirse (Evans y Proctor 1999 y Palevsky *et al.*, 2001). La forma de dispersión se presenta de dos formas: 1) activa, caminan de un sitio a otro y 2) pasiva, a través, de corrientes de aire, por foresia o por lluvia (Schliesske, 1990). El principal mecanismo de dispersión de los ácaros es mediante corrientes de aire, los ácaros se sitúan en la parte alta de la planta o en los bordes de las hojas, y ante la corriente de aire se caen; las probabilidades de éxito de este mecanismo son reducidas, porque los ácaros se exponen a una alta probabilidad de aterrizar en sitios desfavorables con temperaturas extremas, desecación o falta de alimento (Krantz y Lindquist, 1979).

La foresia se define como una asociación no parásita donde un ácaro (especie foronte) se adhiere o fija a un organismo de otra especie (hospedante forético), principalmente insectos, con la finalidad de que el hospedante forético lo disperse a un hábitat con condiciones más óptimas (Evans y Proctor 1999; Palevsky *et al.*, 2001 y Miranda y Bermúdez, 2005).

De acuerdo con Athias-Binche (1994) existen dos tipos de foresia: 1) pasiva, el ácaro foronte, no invierte energía, sólo se coloca debajo o dentro de alguna estructura o cavidad del hospedante forético; y 2) activa, el foronte invierte energía al sujetarse de alguna estructura del cuerpo del hospedante forético.

La relación entre el foronte y un hospedante puede ser no específica, donde el foronte utiliza un rango amplio de hospedantes, o específica con preferencia a una familia, género o especie (Athias-Binche, 1991 y Houck y O'Connor, 1991).

Athias-Binche (1994) determinó que existen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento que permiten que los ácaros se dispersen por foresia. En ese sentido, una adaptación fisiológica es la interrupción en su desarrollo y alimentación durante el estado forético (Hunter y Rosario 1988; Athias-Binche, 1994 y Evans y Proctor 1999). Para Ferregut (2015) son las deutoninfas y hembras adultas quienes se dispersan por foresia, se fijan en las patas, abdomen, élitros u otras estructuras esclerotizadas del insecto. Soroker *et al.* (2003) han reportado que la cera cuticular que recubre al cuerpo de la mosca blanca *Bemisia tabaci* se utiliza como rastro para poder iniciar la relación forética con *Polyphagotarsonemus latus*.

Krantz y Lindquist (1979) determinaron que la foresia no es común para los ácaros que viven sobre plantas cultivadas; sin embargo, Norton (1980) y Miranda manifestaron que la foresia es normal en los ácaros porque aprovechan a otros organismos para transportarse a nuevos sitios. En ese sentido, diversas investigaciones señalan los siguientes casos: *Polyphagotarsonemus latus* con áfidos y moscas blancas (Palevsky *et al.*, 2001 y Bautista, *et al.*, 2005); diferentes ácaros asociados con moscas *Calliphoridae* spp. (Miranda y Bermúdez, 2005); algunas especies de eriofidos sobre abejas y pulgones (Shvanderov, 1975; Moraes y Flechtmann 2008 y Galvão *et al.*, 2012); *Cecidophyopsis ribis* con diversos insectos (Lindquist, 1998) y *Aceria litchii* sobre abejas melíferas (Waite, 1999).

Un ácaro de importancia fitosanitaria es *Aculops lycopersici* de la familia Eriophyidae, el cual ocasiona graves daños al cultivo de jitomate en cualquiera de sus estados fenológicos (Perring, 1996; Kawai y Haque, 2004; Navarro, *et al.*, 2011 y Fernández, 2011). El daño se produce por su hábito alimenticio, donde

introduce su estilete y succiona el contenido de las células de la planta (Zucchi, *et al.*, 1993).

Los primeros síntomas, del daño de *A. lycopersici*, aparecen desde la parte basal de la planta, se identifican por la coloración bronceada o marrón del tallo principal, este problema se propaga ascendentemente a las hojas y a los frutos. Al principio, las hojas se tornan de color amarillo a marrón y de textura acartonada, con un aspecto plateado en el envés, hasta que se secan y caen. En lo que respecta al fruto, la epidermis se vuelve áspera y se torna de color marrón rojizo, e incluso se deforma, (Saini y Alvarado, 2001; kawai y Haque, 2004 y Navarro, *et al.*, 2011). Para Fernández (2011) y Navarro *et al.* (2011), los daños económicos se producen por el deterioro del fruto, y por la pérdida de la productividad originada por la desecación de la planta.

En lo que respecta a los mecanismos de dispersión de *A. lycopersici*, Navarro, *et al.* (2011) y Saini y Alvarado (2001) han documentado que, principalmente, se desplazan mediante corrientes de aire, con hilos que producen, caminando de una planta a otra, o a través de la ropa u otros medios mecánicos (Navarro, *et al.*, 2011 y Saini y Alvarado, 2001). Actualmente, no existen reportes de foresia entre *Aculops lycopersici*, con especies de insectos; por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar la posible relación forética de *Aculops lycopersici* con *Paratrioza=B. cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*, ya que estos insectos están estrechamente relacionados con el cultivo de estudio (Garzón-Tiznado *et al.*, 2009). Lo anterior, es importante para comprender con mayor profundidad, el proceso de colonización de *A. lycopersici* y mejorar las estrategias de control de la plaga.

## 2.2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, desde abril a septiembre del 2016. Se sembraron plantas de jitomate Saladette, en charolas almacigueras con un previo tratamiento pregerminativo a la semilla (*Bacillus subtilis*). Después de cuatro semanas se pasaron a bolsas de polietileno con sustrato de tezontle rojo; su riego fue por goteo (8L/h) con un sistema automatizado y se fertilizaron con una solución nutritiva equilibrada (Solución Universal Steiner) (Steiner, 1945).

### 2.2.1. Obtención de insectos y ácaros

A los 60 días después del trasplante se colocaron tallos de 5 cm de largo con *A. lycopersici* ( $\bar{X}=533$  individuos) en la parte media de la planta. Los hospedantes foréticos utilizados para los experimentos se obtuvieron de la siguiente manera: *Bactericera cockerelli*, de una cría en plantas de chile jalapeño; *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci*, de infestaciones naturales de pepino en invernaderos de investigación del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo.

### 2.2.2. Establecimiento de los experimentos

**Experimento en laboratorio.** En cajas de Petri de 25 mm de diámetro, que contenían papel húmedo en su interior, se depositaron folíolos circulares (un folíolo por caja Petri) de jitomate infestado por *A. lycopersici*, cada folíolo contenía aproximadamente 50 ácaros.

Los posibles hospedantes foréticos fueron temporalmente inmovilizados exponiéndolos a CO<sub>2</sub> durante tres minutos. Posteriormente, 50 individuos de

cada especie de hospedante forético fueron individualmente depositados en las cajas Petri conteniendo los folíolos infestados con *A. lycopersici*. Las cajas Petri con los ácaros y el hospedante forético se mantuvieron bajo condiciones controladas de temperatura ( $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y humedad relativa ( $45\% \pm 1\%$ ) en cámaras bioclimáticas con un fotoperíodo de 12 horas y 12 horas de oscuridad.

**Experimento en invernadero.** Para este experimento, se consideraron plantas de 60 días después del trasplante, se tomaron al azar 30 plantas infestadas con *A. lycopersici*. En el estrato medio de cada planta, se colocaron tres cajas Petri cuya tapa se aseguró con pinzas para reducir la posible fuga de los organismos, con un posible insecto forético, mismos que se retiraron de las plantas después de las 24 horas.

### 2.2.3. Evaluación del experimento

Al terminar el tiempo de exposición (24 horas) a los ácaros, las cajas Petri que contenían los insectos se introdujeron en bolsas de plástico y se expusieron a  $\text{CO}_2$  durante 8 min.

Se extrajeron los adultos de las cajas Petri y se contabilizó, mediante estereoscopio, el número de *A. lycopersici* que estaban sobre el cuerpo de estos. Después del conteo general, se introdujeron los insectos que poseían ácaros a tubos Eppendorf para conservarlos bajo refrigeración ( $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Se registró el número de individuos de cada estado de desarrollo de *A. lycopersisi* y diferenciando las hembras con abertura genital cubierta por una placa sencilla de forma subtriangular o subelíptica y generalmente está ornamentada por una serie de costillas que varían en forma y posición; y, en el caso de los machos, la abertura genital está expuesta, la placa no la cubre, y se encuentra localizada

debajo de la abertura que también es transversal al cuerpo y justo a los lados de dicha abertura se encuentran dos minúsculas papilas evidentes (Keifer, 1975 y Lindquist, 1996)

#### 2.2.3.1. Tasa forética y probabilidad forética de *Aculops lycopersici*.

De acuerdo con Liu *et al.* (2016) la tasa forética se refiere a la cantidad total de formas de desarrollo del ácaro que se encuentran pegadas al insecto forético. La probabilidad forética se refiere a la proporción de insectos foréticos con carga de ácaros, en relación con la cantidad de insectos evaluados. Se considera que, a mayor tasa y probabilidad forética del ácaro en estudio, se tiene mayor posibilidad de forésia entre dichos organismos (Liu *et al.*, 2016).

#### 2.2.4. Análisis de la información.

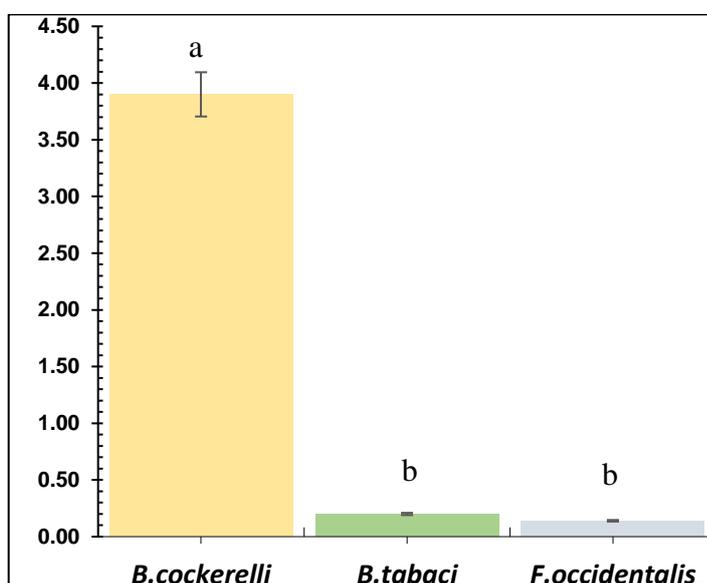
La información se capturó en un archivo de Excel de Windows para posteriormente exportarlo al Sistema de Análisis Estadístico SAS (SAS, v9.4). Se utilizó el procedimiento GENMOD de SAS, con el fin de realizar los ajustes de manera automática de las variables que no se explicaran por la distribución de densidad normal estándar. La significancia estadística de los conteos de estados de desarrollo de *A. lycopersici* se probó mediante la estadística de Chi cuadrada ( $P < 0.05$ ) y la posible diferencia estadística significativa de los conteos de *A. lycopersici*, entre las especies de insectos, se probó mediante contrastes Ortogonales ( $P < 0.5$ ). La siguiente comparación fueron contrastes ortogonales para contrastar los valores promedio de ácaros pegados entre los diferentes insectos (*B. cockerelli* vs *Bemisia tabaci*; *B. cockerelli* vs *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* vs *Frankliniella occidentalis*). La tasa y probabilidad forética de

*A. lycopersici* sobre los insectos evaluados, se calculó de manera simple, en un punto en el tiempo. La tasa forética es la cantidad de ácaros pegados al cuerpo del posible insecto forético y la probabilidad forética es la proporción de insectos con ácaros adheridos respecto al total evaluados.

## 2.3. Resultados y discusión

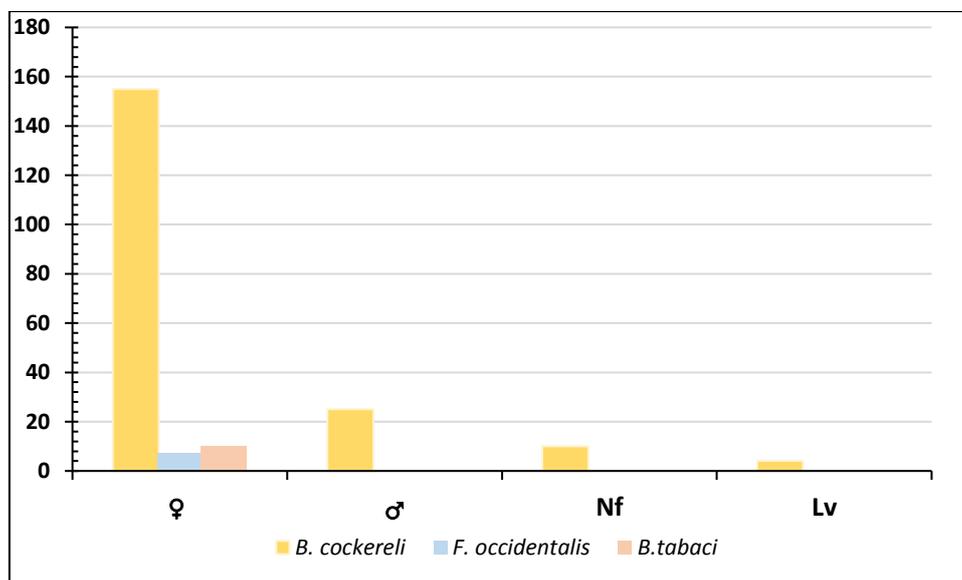
### 2.3.1. Experimento en laboratorio

El conteo de estados de desarrollo de *Aculops lycopersici* fue diferente estadísticamente entre las especies de insectos evaluados ( $Ch^2=322.35$ ,  $Pr < 0.0001$ ). La cantidad de ácaros sobre *B. cockerelli* fue significativamente mayor en comparación con *B. tabaci* y *F. occidentalis*, no habiendo diferencias entre estos dos últimos insectos mencionados (Figura 7).



**Figura 7.** Número promedio de *Aculops lycopersici* en *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* y *Frankliniella occidentalis* en laboratorio. Las barras sobre las columnas representan una desviación estándar poblacional (n=50); las literales similares sobre las columnas indican que no existe diferencia estadística significativa.

En cuanto a los estados de desarrollo de *A. lycopersici* que se encontraron sobre el cuerpo de los insectos, las hembras fueron más abundantes en *B. cockerelli* (Figura 8). La mayor parte de los especímenes de ácaros identificados en este trabajo son hembras, lo cual puede estar relacionado con lo reportado por Bloszyk *et al.* (2004), quienes reportan el fenómeno de la partenogénesis entre ácaros forontes.



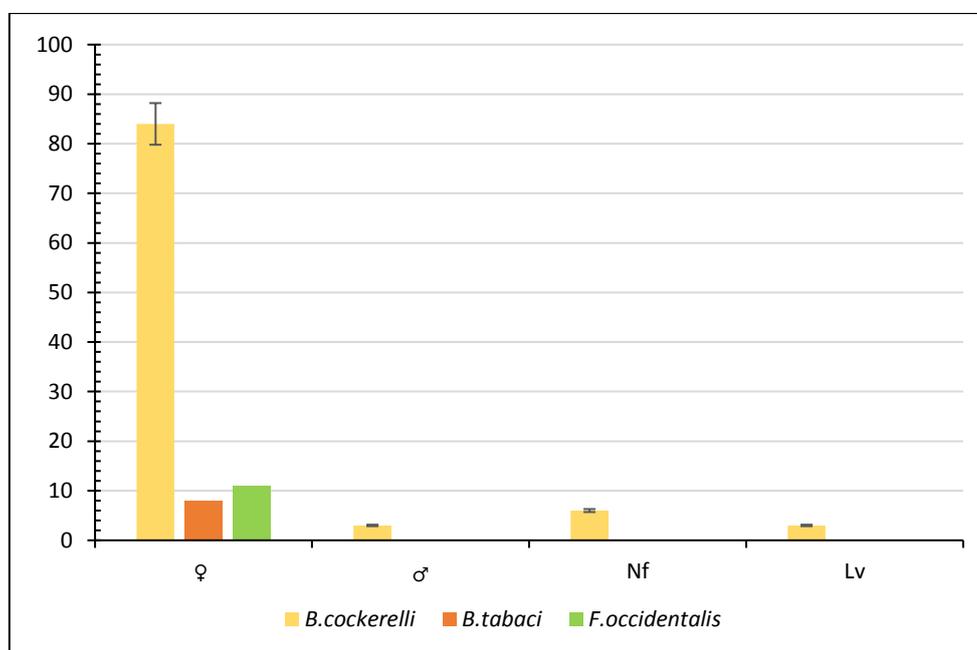
**Figura 8.** Cantidad de larvas, ninfas y adultos de *Aculops lycopersici* sobre *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*. Las barras sobre las columnas representan una desviación estándar poblacional (n=50).

### 2.3.2. Experimento de invernadero

Los resultados en el invernadero, indican que existen diferencias significativas entre los conteos de los estados de desarrollo de *Aculops lycopersici* entre las especies de insectos evaluados ( $\text{Chi}^2 = 123.73$ ,  $\text{Pr} < 0.0001$ ). *Bactericera cockerelli* presentó el mayor número de estados de desarrollo de *Aculops lycopersici* (Figura 9) y fue significativamente diferente al número de ácaros

presentes en *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*. Es conveniente mencionar que estos resultados fueron similares a lo encontrado en el experimento 1.

El resultado obtenido coincide con lo que reportaron Norton (1980) y Miranda y Bermúdez (2008), quienes manifestaron que la foresia es normal en los ácaros, ya que *A. lycopersici* fungió como organismo foronte con *Paratrioza* = *Bactericera cockerelli*. Por lo que, no se concuerda con Krantz y Lindquist (1979) quienes determinaron que la foresia no es común en los ácaros fitófagos.

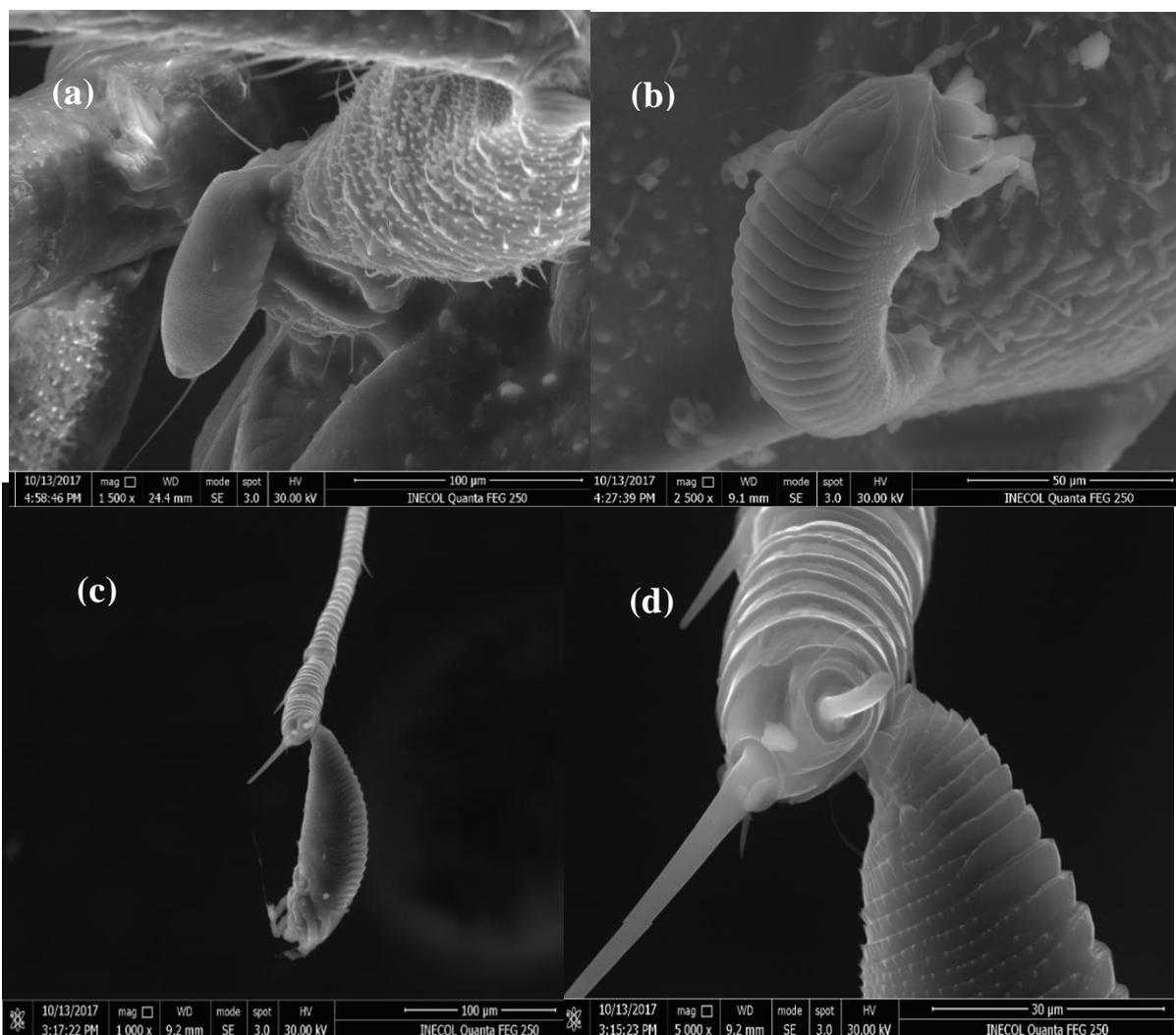


**Figura 9.** Promedio del número de *A. lycopersici* en *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* y *Frankliniella occidentalis* en jitomate, en invernadero.

Al momento de la cuantificación de *A. lycopersici* en *Bactericera cockerelli*, se observó que se sujetan con mayor frecuencia de la parte del lóbulo anal (Figura 10, a y b), realizando un tipo de maniobra o puente y algunos se encontraron adheridos en las apéndices de locomoción (Figura 10, c y d). Por lo que, se determina que *Aculops lycopersici* presenta foresia activa, ya que invierte

energía al sujetarse del cuerpo de *Paratrioza*, lo que coincide con Athias-Binche (1994) y Vachon (1940).

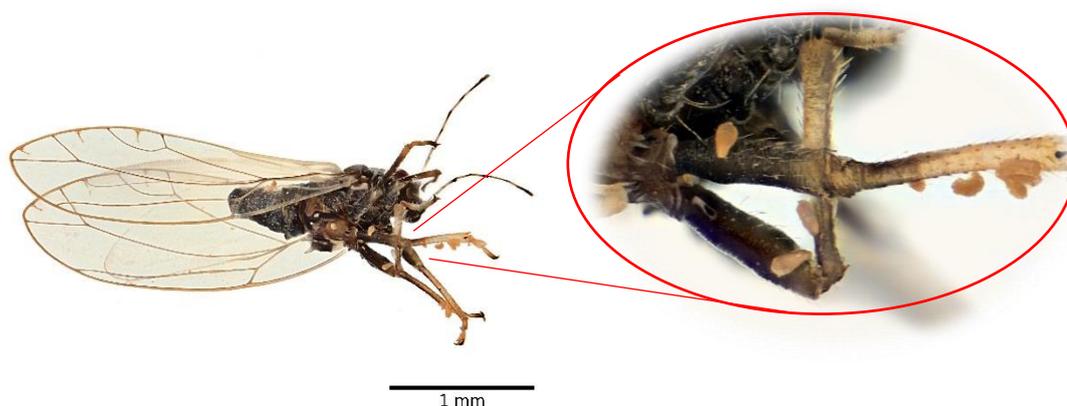
Una posible explicación de ubicación en el lóbulo anal de esta especie forética es la secreción y aprovechamiento de los diversos tipos de carbohidratos exudados derivados de la alimentación de los adultos de *B. cockerelli*, tal como lo sugiere Quintero-Gutiérrez (2014), para el caso de las relaciones foréticas entre ácaros y coleópteros.



**Figura 10.** (a y b) *Aculops lycopersici* adherido al apéndice locomotor de *Bactericera cockerelli*, (c y d) *Aculops lycopersici* pegado con el lóbulo anal en la antena de *Bactericera cockerelli*.

Liu *et al.* (2016), reportan la relación forética entre *Bactericera gobica* y el ácaro *Aceria pallida*, y muestran que las hembras foréticas cargan mayor cantidad de ácaros debido al tamaño mayor respecto a los machos.

Lo anterior, sugiere que si en un invernadero existieran estas tres especies (*Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli* y *Frankliniella occidentalis*); *B. cockerelli* participaría activamente en la dispersión de la población de *Aculops lycopersici* (Figura 11). Por lo tanto, se requiere más investigación al respecto para conocer y probar otras medidas de control efectivo de *Bactericera cockerelli* que posiblemente ayudarían a controlar la dispersión de *Aculops lycopersici* y por ende los daños que ocasiona al cultivo de jitomate.



**Figura 11.** Adulto de *Bactericera cockerelli* con el posible foronte *Aculops lycopersici* en el apéndice locomotor.

En condiciones de laboratorio, se observa que la mayor cantidad de especímenes de *A. lycopersici* se asocia con los insectos de *B. cockerelli*. Esto pudo haberse presentado a que paratrioza tiene menos movilidad a diferencia de los otros insectos que al mínimo contacto con objetos tienen a tener una movilidad más rápida, además de tener mayor superficie corporal o estructuras

de agarre que *B. tabaci* y *F. occidentalis* (Cuadro 3); por tanto que, estos mismos insectos, son algunas hembras de *A. lycopersici* las que se asocian (las hembras de *A. lycopersici* más que los machos, son las que buscan la dispersión).

**Cuadro 3.** Frecuencia y estados de desarrollo de *Aculops lycopersici*, asociados a los insectos plaga. Condición de laboratorio.

<b><i>Bemisia tabaci</i></b>							
Frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
42	0	50	0	50	0	50	0
6	1	-	-	-	-	-	-
2	2	-	-	-	-	-	-
<b><i>Bactericera cockerelli</i></b>							
Frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
8	0	34	0	41	0	46	0
12	1	9	1	8	1	4	1
8	2	5	2	1	2	-	-
5	3	2	3	-	-	-	-
4	4	-	-	-	-	-	-
3	5	-	-	-	-	-	-
2	6	-	-	-	-	-	-
2	7	-	-	-	-	-	-
4	8	-	-	-	-	-	-
1	10	-	-	-	-	-	-
1	13	-	-	-	-	-	-
<b><i>Frankliniella occidentalis</i></b>							
Frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
43	0	50	0	50	0	50	0
7	1						

**Cuadro 4.** Frecuencia y estados de desarrollo de *Aculops lycopersici*, asociados a los insectos plaga. Condición en invernadero.

<b><i>Bemisia tabaci</i></b>							
Frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
24	0	30	0	30	0	30	0
4	1	-	-	-	-	-	-
2	2	-	-	-	-	-	-
<b><i>Bactericera cockerelli</i></b>							
Frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
3	0	27	0	24	0	27	0
5	1	3	1	6	1	3	1
4	2	-	-	-	-	-	-
11	3	-	-	-	-	-	-
2	4	-	-	-	-	-	-
1	5	-	-	-	-	-	-
3	6	-	-	-	-	-	-
1	7	-	-	-	-	-	-
<b><i>Frankliniella occidentalis</i></b>							
frec	Hembras	Frec	Machos	Frec	Ninfas	Frec	Larvas
19	0	30	0	30	0	30	0
11	1	0	-	-	-	-	-

De acuerdo con Liu *et al.*, (2016) el cálculo de las tasas forética y de la probabilidad forética, ayuda con el análisis del comportamiento de los ácaros foréticos y la relación con los insectos forontes (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Tasa y probabilidad forética de *Aculops lycopersici* sobre *B. cockerelli*, *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*.

Variable	<i>B. cockerelli</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>B. tabaci</i>
<b>Condición de laboratorio</b>			
Tasa forética	42 (155)	7 (1)	8 (10)
Probabilidad forética	42/50=0.84	7/50=0.14	8/50=0.16
<b>Condición de invernadero</b>			
Tasa forética	27( 194 )	11 ( 1 )	6 ( 8 )
Probabilidad forética	27/30= 0.90	11/30= 0.36	6/30= 0.20

## 2.4. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se concluye que existe evidencia de una posible relación forética activa entre *Aculops lycopersici* sobre *Bactericera cockerelli*; esta relación forética es muy importante como medio de dispersión y diseminación de *A. lycopersici*, lo cual posiblemente incrementará los daños que esta plaga provoca al cultivo de jitomate, y más aún si se considera que ambas plagas se presentan en el cultivo de jitomate/tomate.

Los valores de Tasa y Probabilidad Forética calculados, indican la posible foresia entre ambos organismos; aunque es conveniente seguir estudiando este fenómeno, en condiciones de campo, para corroborar la foresia en condiciones naturales.

Las hembras de *Aculops lycopersici*, son las que muestran mayor actividad forética, respecto a los machos. Es conveniente continuar el estudio de este fenómeno de asociación entre las hembras del ácaro con *B. cockerelli*, *F. occidentalis* y *B. tabaci*.

La posible relación forética, encontrada en esta investigación, de *A. lycopersici* con *Bactericera cockerelli* es el primer estudio que se realiza para México de esta asociación.

La posible relación forética de *A. lycopersici* con *B. tabaci* y *F. occidentalis* no se valida debido a que el número de ácaros encontrados fue incipiente. De manera general las observaciones hechas indicaron que dichos insectos reaccionan inmediatamente cuando las diferentes formas del ácaro intentan adherirse, por lo que *A. lycopersici* no tiene suficiente tiempo para adherirse. Aunque otra explicación posible podría relacionarse con los tipos y cantidad de excretas de *B. cockerelli*, las cuales podrían servir como guía olfativa para que el ácaro invada el cuerpo del insecto plaga, además de considerar la mayor masa corporal. En caso de *B. tabaci*, una vez que emerge como adulto secreta cera por todo su cuerpo, lo que hace también que *A. lycopersici*, tenga dificultad para adherirse.

## 2.5. Literatura citada

- Athias-Binche, F. 1991. Evolutionary ecology of dispersal in mites. pp. 27–41. *In*: F. Dusbabek and V. Bukva (eds.). Modern acarology. Academia and SPB Academic Publishing, Prague and The Hague.
- Athias-Binche, F. 1994. La phorésie chez les acariens. Aspects adaptatifs et Evolutifs. Castillet, Perpignan, Paris, Francia.
- Bautista, L., Arnal, E., y Aponte, O. 2005. Relación forética de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) y adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius)(Hemiptera: Aleyrodidae). *Entomotropica*, 20(1) 75-76.

- Bloszyk, J., Z. Adamski, A. Napierla and M. Dylewska. 2004. Parthenogenesis as a life strategy among mites of the Suborder Uropodina (Acari: Mesostigmata). *Can. J. Zool.* 82: 1503-1511.
- Evans, D. W.; Proctor, H. 1999. *Mites. Ecology, evolution and behavior.* Everbest Print. Hong Kong. 321 p.
- Fernández Bautista, José. 2011. *Aculops lycopersici*. Ficha Técnica de Sanidad Vegetal. Núm. 060. Gobierno de Extremadura. Consejería de Agricultura, Desarrollo rural, medio ambiente y energía.
- Ferragut, P.F. 2015. Orden Prostigmata. *Revista Ibero Diversidad Entomológica.* No. 14.1-8
- Galvão, A. S., J. W. S. Melo, V. B. Monteiro, D. B. Lima, G. J. De Moraes, and M. G. C. Gondim Jr. 2012. Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. *Exp. App. Acarol.* 57:11-13.
- Garzón-Tiznado, J. A., O. G. Cárdenas-Valenzuela., R. Bujanos-Muñiz., A. Marín-Jarillo, A. Becerra-Flora., S. Velarde-Félix., C. Reyes-Moreno., M. González-Chavira y J. L. Martínez-Carrillo. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad permanente del tomate en México. *Agric. Téc. Méx.* 35(1): 61-72
- Houck, M. A. and B. M. O'Connor. 1991. Ecological and evolutionary significance of phoresy in the Astigmata. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 611–636.
- Hunter, P. E., & Rosario, R. M. T. (1988). Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Annual review of entomology*, 33(1), 393-417.
- KaWai, A and MM Haque. 2004. Population dynamics of tomato russet Mite, *Aculops lycopersici* (Masse) and its natural enemy, *Homeopronematus anconai* (Baker). *JARQ* 38 (3): 161-166. <http://www.jircas.affrc.go.jp>

- Keifer, H. H., Baker, W. E., Kono, T., Delfinado, M., y W. E, Styer. 1982. An Illustrated Guide to Plant Abnormalities Caused by Eriophyd Mites in North America. Agriculture Handbook, No. 573. Department of Agriculture, U.S.A. 178 pp.
- Krantz G.W., Lindquist E.E. 1979. Evolution of phytophagous mites (Acari). Annual Review of Entomology 24: 121-158.
- Lindquist E.E. 1998. Evolution of phytophagy in trombidiform mites. Experimental & Applied Acarology 22: 81–100.
- Lindquist, E. E. 1996. External anatomy and systematic: External anatomy and notation os estructuras. *In*: E. E. Lindquist, M. W. Sabelis and J. Bruin (Ed.), Eriophyoid mites- Their biology, natural enemies and control. Elsevier Science Publ., Amsterdam. The Netherlands, pp 3-32.
- Liu, S., J. Li, K. Guo, H. Qiao, R. Xu, J. Chen, C. Xu and J. Chen. 2016. Seasonal phoresy as an overwintering strategy of a phytophagous mite. Scientific Reports. Nature. DOI: 10.1038/srep25483.
- Miranda, R., y Bermúdez, S. 2008. Ácaros (Arachnida: Acari) asociados con moscas Calliphoridae (Diptera: Oestroidea) en tres localidades de Panamá. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 192.
- Moraes, G.; Flechtmann, C.W. 2008. Manual de Ácarologia. Ácarologia Básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos Editora, Riberão Preto, 270 p.
- Navarro Cuesta, Virginia; Lara Acedo, Lidia; Fernández Fernández, Milagros. 2011. Colección de fichas de plagas en cultivos hortícolas protegidos. Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. pp. 1-36.

- Norton, R. A. (1980). Observations on phoresy by oribatid mites (Acari: Oribatei). *International Journal of Acarology*, 6(2), 121-130.
- Palevsky, E., V. Soroker, P. Weintraub, F. Mansour, F. Abo-Moch, and U. Gerson. 2001. How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), and its insect hosts? *Exp. App. Acarol.* 25: 217-224.
- Perring, T.M. 1996. Vegetables. In: Lindquist, E. E., M. W. Sabelis, J. Bruin (eds). *Eryophiid Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest.* Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. pp 593-606.
- Quintero Gutiérrez, E. J. 2014. Foresia entre coleópteros y ácaros: un fenómeno real o un término controversial. *BIOMA.* 20 (2): 6-15.
- Royalty, R.N.; Perring, T.M. 1987. Comparative Toxicity of acaricides to *Aculops lycopersici* and *Homeopronematus anconal* (Acari:Eriophyidae. Tydeidae) *J. of Econ. Ent.* 80(2): 348-351.
- Saini, E and L Alvarado. 2001. *Insectos y Ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales.* INTA y SAGPyA. Buenos Aires, República Argentina. 70 pp.
- Schlieske, J. 1990. On the gall mite fauna (Acari: Eriophyoidea) of *Cocos nucifera* L. in Costa Rica. *Plant Res. Dev.* 31: 74-81.
- Shvanderov, F. A. 1975. The role of phoresy in the transference of Eriophyoidea.
- Soroker, V., D. R. Nelson, O. Bahar, S. Reneh, S. Yablonski and E. Palevsky. 2003. Whitefly wax as a cue for phoresy in the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). *Chemoecology.* 13: 163-168

- Vacante, V. 1982. La difusa del pomodoro in serra dell' eriofide rugginoso (*Aculops lycopersici*) (Massee) (Acarina: Eriophyidae). *Colture Protette* XI. 6: 29-34.
- Vachon, M. 1940. Remarques sur la phorésie des pseudoscorpions. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 109: 1-18.
- Waite G.K. 1999. New evidence further incriminates honey-bees as vectors of lychee erinose mite *Aceria litchi* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology* 23: 145-147.
- Zuchhi, RA; SN Silveira and S Nakano. 1993. *Guía de Identificación de Plagas Agrícolas*. Piracicaba: FELQ. 139 p.