

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Descripción y Crecimiento Poblacional de *Tetranychus urticae* y *Tetranychus evansi*  
en el Cultivo de Jitomate (*Solanum lycopersicum*) en Saltillo, Coahuila, México.

Por:

**ROSA YARELY PEÑA GARCÍA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Descripción y Crecimiento Poblacional de *Tetranychus urticae* y *Tetranychus evansi*  
en el Cultivo de Jitomate (*Solanum lycopersicum*) en Saltillo, Coahuila, México.

Por:

**ROSA YARELY PEÑA GARCIA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Sergio René Sánchez Peña  
Asesor Principal



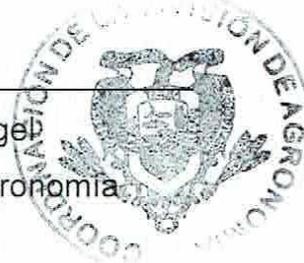
Dr. Agustín Hernández Juárez  
Coasesor



Dra. Lizeth Almendra Paxtian  
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2025

## CARTA DE NO PLAGIO

A quien corresponda:

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o cualquier cosa relacionada a esta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente, comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Autor principal



Rosa Yarely Peña García

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2025.

## AGRADECIMIENTOS

A mi **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, por haberme recibido con los brazos abiertos y brindarme un gran entorno para favorecer mi desarrollo académico y personal.

Al glorioso **Dr. Sergio Rene Sánchez Peña** por darme la confianza y oportunidad de culminar mi proyecto de investigación, por su amistad, consejos y el tiempo y esfuerzo que dedicó para ayudarme a terminar esta tesis. A usted por brindarme su apoyo incondicional.

A mi **FAMILIA**, agradezco su respaldo emocional y sus palabras de motivación; han sido fundamentales para que lograra vencer cada dificultad. Cada esfuerzo y sacrificio que han realizado para verme desarrollar y lograr mis objetivos es invaluable, y este logro es, en gran medida, resultado de ustedes. Este trabajo no solo representa mi empeño, sino también su afecto y compromiso. Agradezco que me brindes la seguridad para continuar y que me hagas sentir que no estoy en soledad en esta travesía.

A mis **Amigos**, quienes han sido una fuente constante de apoyo, risas y motivación a lo largo de este proceso. Gracias por estar a mi lado en los momentos de estrés, por ofrecerme su ayuda, por escucharme cuando necesitaba desahogarme y por recordarme, incluso en los días más difíciles, lo importante que es disfrutar el camino.

## DEDICATORIA

A mis Padres

Martin Peña Ceja y Rosa María García Carbajal.

Por darme la vida y brindarme parte de la suya, que, a pesar de esfuerzos, consejos y mucho sacrificio, lograron guiar mi camino hacia mi más grande anhelo, mi formación como persona y profesionalista.

A mi Hermano:

Martin Peña García.

Por ser como mi segundo padre, amigo y un hermano ejemplar de quien recibo apoyo y comprensión en todo momento.

A mis Sobrinos y Cuñada:

Lupita, Oliver, Gael y Nini, por su motivación, amor y apoyo incondicional que me brindaron.

A mis Amigos:

Zaira Amaya, Gisela Hernández, Alan Hernández, Aarón Huerta, José Valencia, Carlos Corral, Omar Alonso G., Erick Arredondo, Pablo Munguía, David López, Ruby Ramírez.

Por su amistad y compañía, por el apoyo moral que me brindaron para seguir adelante con mi carrera.

Compañeros de trabajo:

Mari Paz, José González, Martin Prado, Moisés Garnica.

Por el apoyo y la ayuda necesaria para comenzar y finalizar este trabajo

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>5</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Justificación</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2.1 Objetivos Específicos</b> .....	<b>17</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. Origen del cultivo del jitomate</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2. Importancia del cultivo de jitomate.</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3. Clasificación Taxonómica</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4 Características botánicas del cultivo</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5 Características morfológicas del tomate</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.1 Semilla</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.2 Raíz</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.3 Tallo</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5.4. Hojas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5.5. Flores</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5.6 Fruto</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6 Fenología del cultivo de jitomate</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6.1 Germinación</b> .....	<b>22</b>

2.6.2 Crecimiento .....	22
2.6.3 Floración.....	23
2.6.7 Fructificación .....	23
2.7 Condiciones agroecológicas del cultivo.....	23
2.7.1 Temperatura .....	23
2.7.2 Luminosidad.....	24
2.7.3 Humedad relativa .....	24
2.7.4 Preparación del suelo y tipo de suelo.....	24
2.7.5 Siembra.....	25
2.7.6 Podas .....	25
2.8 Principales plagas en el cultivo de jitomate .....	25
2.8.1 Mosca blanca .....	25
2.8.3 Los áfidos .....	26
2.8.4 El minador de la hoja.....	26
2.8.5 Ácaros.....	27
2.9 Arañita roja de dos manchas ( <i>Tetranychus urticae</i> ) .....	27
2.9.1 Generalidades. ....	27
2.9.2 Distribución mundial. ....	28
2.9.3 Clasificación Taxonómica .....	28
2.9.4 Nombres comunes.....	28
2.9.5 Descripción morfológica de <i>T. urticae</i> .....	29
2.9.6 Daños a la planta y ubicación.....	31
2.9.7 Requerimientos climáticos .....	31
2.10 Medios de movimiento y dispersión.....	32
2.11 Métodos de control .....	32

2.11.1 Control cultural .....	32
2.11.2 Control biológico .....	32
2.11.3 Control biorracional.....	33
2.11.4 Control químico.....	33
2.12 <i>Tetranychus evansi</i> .....	34
2.12.1 Generalidades .....	34
2.12.2 Distribución mundial. ....	34
2.12.3 Clasificación Taxonómica .....	35
2.12.4 Nombres comunes.....	35
2.12.5 Cultivos afectados .....	36
2.12.6 Biología y descripción.....	36
2.12.7 Daños a la planta y ubicación.....	36
2.12.8 Descripción morfológica de <i>T. evansi</i> .....	37
2.12.9 Requerimientos climáticos .....	38
2.12.10 Medios de movimiento y dispersión .....	38
2.12.11 Métodos de control .....	38
2.12.12 Control cultural .....	38
2.12.13 Control biológico .....	39
3. MATERIALES Y METODOS .....	40
3.1 Ubicación del experimento.....	40
3.2 Descripción del material genético .....	40
3.3 Construcción de malla sombra.....	41
3.4 Mantenimiento de las colonias de acaro.....	41
3.4 Manejo del cultivo .....	42
3.4.1 Preparación del sustrato .....	42

3.4.2 Siembra.....	42
3.4.3 Trasplante.....	42
3.4.4 Riego.....	43
3.4.5 Control de plaga, enfermedades y fertilización.....	43
3.5 Trabajo de campo.....	43
3.5.1 Tratamientos.....	43
3.5.2 Infestación.....	44
3.5.3 Toma de datos.....	46
3.5.6 Trabajo en laboratorio .....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
5. CONCLUSIONES.....	54
6. BIBLIOGRAFÍA.....	55
7. ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	12
<b>Figura 1.</b> Huevecillos de <i>T. urticae</i> (Júarez-Reyes,2018) .....	29
<b>Figura 2.</b> Larva, A) protonifa y B) deutoninfa de <i>T. urticae</i> (CABI, 2021). .....	30
<b>Figura 3.</b> A) Adultos de <i>T. urticae</i> y B) población de adultos de <i>T. urticae</i> .....	30
<b>Figura 4.</b> Mapa de la UAAAN. ....	40
<b>Figura 5.</b> Malla sombra .....	41
<b>Figura 6.</b> Plantas de jitomate en malla sombra A) y B) plantas de jitomate a campo abierto. ....	44
<b>Figura 7.</b> Hoja de chile infestado de ácaros ( <i>T. urticae</i> ) dividido en 4 A) y B) $\frac{1}{4}$ de peciolo colocado en la planta de jitomate con ayuda de un clip para su infestación. 45	45
<b>Figura 9.</b> Población de <i>T. evansi</i> en planta de jitomate y B) daños de <i>T. evansi</i> en la hoja de jitomate .....	45
<b>Figura 8.</b> Peciolos colectados en niveles en la planta de jitomate en el nivel 1 .....	46
<b>Figura 10.</b> Crecimiento poblacional de <i>T. evansi</i> en campo abierto, en diferentes niveles de las plantas .....	48
<b>Figura 11.</b> Crecimiento poblacional de <i>T. evansi</i> en malla sombra, en diferentes niveles de las plantas .....	49
<b>Figura 12.</b> Crecimiento poblacional de <i>T. urticae</i> en campo abierto, en diferentes niveles de las plantas .....	49
<b>Figura 13.</b> Crecimiento poblacional de <i>T. urticae</i> en malla sombra, en diferentes niveles de las plantas. ....	50
<b>Figura 14.</b> Se llevó a cabo una escala de daño visual en la que se puede observar los daños provocados por <i>T. evansi</i> en folíolos de la planta de jitomate a través del tiempo. ....	50
<b>Figura 15.</b> <i>T. urticae</i> vs <i>T. evansi</i> en campo abierto.....	51
<b>Figura 16.</b> <i>T. urticae</i> vs <i>T. evansi</i> en malla sombra.....	52
<b>Figura 17.</b> Crecimiento poblacional de <i>T. urticae</i> y <i>T. evansi</i> en malla sombra y en campo abierto.....	53

<b>Anexo 17.</b> Hilo (telaraña) de ácaros	<b>Anexo 18.</b>	<b>Planta</b>	<b>infestada</b>
60			
<b>Anexo 18.</b> Planta de jitomate dañada por <i>T. evansi</i> .....			60
<i>T. evansi</i> por <i>T. evansi</i> .....			60
<b>Anexo 20.</b> Testigo A) vs <i>T. evansi</i> B). .....			61
<b>Anexo 19.</b> Foliolos dañados por <i>T. evansi</i> .....			61

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> <i>Taxonomía del Jitomate</i> .....	19
<b>Cuadro 2.</b> <i>Taxonomía de Tetranychus urticae Koch de acuerdo con Krantz (1978).</i>	28
<b>Cuadro 3.</b> <i>Países donde se ha reportado la presencia de T. evansi</i> .....	35
<b>Cuadro 4.</b> <i>Taxonomía de T. evansi</i> .....	35
<b>Cuadro 5.</b> <i>Tratamientos en experimento de infestación de jitomate con T. evansi y T. urticae</i> .....	44

## RESUMEN

*Solanum lycopersicum* es una hortaliza muy cultivada en el mundo, ya que cuenta con una alta demanda de consumo por sus vitaminas y minerales que presentan; México es un importante productor, con un aumento del 9.5% en su producción en la última década, aportando entre 19% y 25% de las exportaciones globales. Los principales estados productores del país son Sinaloa, Michoacán, Morelos, Jalisco y Baja California Sur, siendo Estados Unidos el principal destino de estas exportaciones con un 99.8%. Dentro de las plagas que afectan al cultivo del jitomate destacan los ácaros del género *Tetranychus* ya que pueden causar pérdidas de hasta el 100% en el rendimiento del jitomate debido a su alta agresividad, al igual que su alta tasa de reproducción cuando las condiciones climáticas rondando los 25°C y los 30°C, lo que la convierte en una plaga peligrosa para el cultivo, ya que su ciclo se acorta provocando serios daños a la planta. Succionan el citoplasma de las células epidérmicas de las hojas, provocando clorosis, necrosis y defoliación, lo que afecta fuertemente el rendimiento. *Tetranychus urticae* es una plaga común que afecta más de 1,000 especies vegetales a nivel global, mientras que *Tetranychus evansi*, es una plaga invasora sudamericana que se reportó en México a principios del 2024, causando daños significativos en las plantas y reduciendo los rendimientos en el cultivo de jitomate. Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación arrojaron diferencias significativas en su reproducción, y en su impacto sobre el cultivo, dándonos como resultado que *T. evansi* presentó mucha mayor agresividad que *T. urticae*. Observamos que bajo las condiciones del experimento (temperaturas frescas en período de lluvia de Junio-Agosto) *T. evansi* puede matar plantas cercanas a floración en 21 días o menos. Esto hace de *T. evansi* una plaga de gran potencial económico en tomate en nuestro país.

### **Palabras claves.**

*T. evansi*, *T. urticae*, *Tetranychus*, Jitomate, Plagas, Rendimientos, Adaptabilidad, México.

## ABSTRACT

*Solanum lycopersicum* is a widely cultivated vegetable worldwide, as it enjoys high consumer demand for its vitamins and minerals. Mexico is a major producer, with a 9.5% increase in production in the last decade, contributing between 19% and 25% of global exports. The main producing states in the country are Sinaloa, Michoacán, Morelos, Jalisco, and Baja California Sur, with the United States being the main destination for these exports with 99.8%. Among the pests that affect tomato crops, mites of the genus *Tetranychus* stand out, as they can cause losses of up to 100% in tomato yield due to their high aggressiveness, as well as their high reproduction rate when weather conditions are around 25°C and 30°C. This makes them a dangerous pest for the crop, as their cycle is shortened, causing serious damage to the plant. They suck the cytoplasm from the epidermal cells of leaves, causing chlorosis, necrosis, and defoliation, which strongly affects yield. *Tetranychus urticae* is a common pest that affects more than 1,000 plant species globally, while *Tetranychus evansi* is an invasive South American pest that was reported in Mexico in early 2024, causing significant damage to plants and reducing yields in tomato crops. The results obtained in this research project showed significant differences in their reproduction and in their impact on the crop, resulting in *T. evansi* being much more aggressive than *T. urticae*. We observed that under the conditions of the experiment (cool temperatures during the rainy period of June-August 2024) *T. evansi* can kill plants previous to the flowering stage in 21 days or less. This makes *T. evansi* a pest of great economic potential in tomato in our country.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tomate, denominado Jitomate en algunos estados del centro y sur de México, es una de las hortalizas más cultivadas a escala global, lo cual genera una alta demanda por su consumo elevado.

El país es uno de los 10 principales productores a nivel mundial, que ha experimentado un aumento del 9.5% en la producción de jitomate en la última década (SIAP, 2024). México aporta entre un 19% y el 25% de las exportaciones mundiales (SIAP, 2024). Los estados que representan las principales producciones de jitomate son Sinaloa, Michoacán, Morelos, Jalisco y Baja California Sur y el principal país de destino ha sido Estados Unidos, con un 99.8% del total exportado, mientras que Canadá, Japón y Guatemala han adquirido el resto (SIAP, 2024).

Los ácaros *Tetranychus* spp. son responsables de pérdidas en el rendimiento que alcanzan hasta el 100% en una temporada de producción de jitomate (*Solanum lycopersicum* L); este nivel es tan alto debido a las altas infestaciones que pueden alcanzar estos ácaros (Brust, 2018). ya que succionan la savia de sus hojas, las cuales manifiestan una decoloración en forma de puntos hasta que finalmente se produce defoliación, esto es notoriamente reflejado en la disminución de la actividad fotosintética, que finalmente se traduce en un menor rendimiento y en casos extremos la pérdida total del cultivo (Estébanez, 1989).

El género *Tetranychus* muestra las etapas de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Los huevos generalmente se encuentran en el envés de las hojas, los adultos poseen un cuerpo de forma ovalada y su tonalidad fluctúa entre naranja, verde claro, rojo, vino y marrón.

*Tetranychus urticae* Koch es una plaga polífaga que se alimenta más de 1,000 especies vegetales distribuidas en alrededor de 140 familias botánicas (Grbić, 2011). Presenta características biológicas como alta fecundidad y ciclo de vida corto (Price, 1994), más su distribución mundial que se ha registrado en la mayoría de los países del mundo; Europa, Asia, África, Australasia, Islas del Pacífico del Caribe, Norte,

Centro y Sur América; en total se ha registrado en 108 países de los cinco continentes esto lo hace una plaga cosmopolita (CABI, 2020).

Por otra parte, *Tetranychus evansi* Baker (ácaro rojo del tomate) es una plaga invasora, que se cree que es originaria de América del Sur. El primer daño se observó en Brasil (Silva, 1954), luego Argentina (Rossi Simons, 1961), Mauricio (Baker y Pritchard, 1960; Moutia, 1958) y los Estados Unidos (Wene, 1956) y se reportó en México a principios del 2024 (Monjarás-Barrera y Sánchez-Peña, 2024). Puede ser una plaga altamente destructiva en el cultivo de jitomate, pues provoca algunas respuestas fisiológicas únicas en las plantas atacadas, suprimiendo importantes vías de defensa y afectando a las células encontradas en las hojas fotosintéticamente activas provocando una importante reducción de rendimientos.

## 1.1 Justificación

*Tetranychus evansi* Baker es una plaga nueva para el país (invasora), además se reporta que daña seriamente al cultivo de *Solanum lycopersicum*, posiblemente con mayor severidad que *Tetranychus urticae* Koch, por lo cual es importante realizar este estudio sobre el comportamiento de esta plaga, para obtener mayores datos que nos ayuden a implementar su buen control e informar a la comunidad agrícola.

## 1.2. OBJETIVO GENERAL

Describir el crecimiento poblacional en plantas hospederas y no hospederas de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

1. Describir y comparar las poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande considerando como factor la altura de la planta (bajo, medio y alto).
2. Describir y registrar fotogríficamente la progresión del daño causado a las plantas de jitomate saladette variedad Rio Grande por las infestaciones de *T. evansi* a través del tiempo.
3. Describir y comparar el crecimiento poblacional total de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande, en malla sombra y en campo abierto.
4. Determinar algunas posibles plantas hospederas de *Tetranychus evansi*.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen del cultivo del jitomate

Actualmente en el centro del país se sigue utilizándose con mayor frecuencia la palabra jitomate, ya que los aztecas lo nombraron “Xic – tomatl” para aludir al fruto (Hernández, 1996). Esta palabra quiere decir: xictli, ombligo; tomatl, tomate: tomate de ombligo para hacer referencia a la cicatriz en el vegetal cuando se desprende de su pedúnculo (Rodríguez et al., 2001). En el centro y sur de México este nombre evolucionó a “jitomate” para referirse a la variedad roja, mientras que “Tomate” se utiliza más en el norte del país.

### 2.2. Importancia del cultivo de jitomate.

El jitomate *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) es la hortaliza que genera más divisas en México, con una participación en el mercado internacional de entre el 19% al 25% del valor de las exportaciones mundiales (SIAP, 2023). México es uno de los 10 principales productores de jitomate en el mundo y su producción creció un 9.5% en la última década (SIAP, 2024). la producción de jitomate es liderada por los estados de Sinaloa, Michoacán, Morelos, Jalisco y Baja California Sur (SIAP, 2024).

En el ciclo agrícola otoño-invierno 2024, se registran siembras de jitomate en 21,663 hectáreas (ha), de las cuales, se han cosechado 21,497 ha, y se ha obtenido una producción de un millón 213 mil 335 toneladas (ton), (SIAP, 2024). Estados Unidos fue el principal destino de la hortaliza mexicana, además de Canadá, Japón, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Emiratos Árabes Unidos, Venezuela, Belice y Brasil (SIAP, 2024).

### 2.3. Clasificación Taxonómica

El jitomate es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia *Solanaceae*. El nombre común y científico del jitomate fue dado por Linneo en 1753 (Jaramillo, 2007).

<p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>Orden:</b> Solanales</p> <p><b>Familia:</b> Solanaceae</p> <p><b>Género:</b> Solanum</p> <p><b>Especie:</b> <i>S. lycopersicum</i></p> <p><b>Nombre científico:</b> <i>Solanum lycopersicum</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Tomate, Jitomate</p>
---

**Cuadro 1.** Taxonomía del Jitomate

### 2.4 Características botánicas del cultivo

El jitomate es una planta herbácea perenne, cultivada como anual, sensible al frío. (Semillaria, 2015). La planta de jitomate es una planta anual con dos hábitos de crecimiento según la variedad: indeterminado y determinado. El primero tiene un crecimiento vegetativo permanente una vez que se trasplanta, es de crecimiento rastrero, tiene secciones uniformes de tres hojas (yema lateral) y un racimo floral, pero siempre termina con el ápice vegetativo, por lo que necesita conducir su manejo. La planta de ciclo determinado es un arbusto con varios tallos que terminan en una

inflorescencia, lo que limita el crecimiento. No necesita conducir su manejo (OPIC, 2013).

## **2.5 Características morfológicas del tomate**

### 2.5.1 Semilla

La semilla del jitomate tiene forma lenticular y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. Contiene embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Chamarro, 1995).

### 2.5.2 Raíz

El sistema de raíces es pivotante, muy denso y con gran cantidad de ramificaciones secundarias en los primeros 30 cm del suelo y en los primeros 20 cm se concentra el 70% de la biomasa radical (Pérez y Castro, 2011). Las principales funciones de la raíz son: anclaje de la planta al suelo, absorción de agua y nutrientes para su transporte al resto de la planta. (OPIC, 2013).

### 2.5.3 Tallo

El tallo principal es semi leñoso, con algunos pelos glandulares con un grosor de 9 a 12 mm de diámetro, está formado por nudos. En estos puntos se desarrollan las hojas y brotes o yemas laterales (Escobar y Lee, 2009). La función principal del tallo es sostener las hojas, flores y frutos, pero también conducir el agua y nutrientes (OPIC, 2013). Cuando se requiere conducir a dos tallos se deja el brote lateral que se ubica inmediatamente abajo del primer racimo floral (Pérez y Castro, 2011).

### 2.5.4. Hojas

Compuesta y pinnada con 7 a 9 foliolos peciolados, lobulados, con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo (León, 2000).

### 2.5.5. Flores

Son el órgano reproductor de la planta. Son perfectas. Se agrupan en racimos y cada uno de ellos da origen entre 12 y 15 flores. (OPIC, 2013).

Las partes de la flor son: el cáliz, la corola que son los pétalos de color amarillo; los estambres que nacen del centro de la flor y contienen el polen que forma el órgano masculino; el pistilo, que guarda al ovario y es el órgano femenino (OPIC, 2013).

### 2.5.6 Fruto

El fruto que produce la variedad Rio Grande es una baya globosa o alargada de color rojo compuesto por varios lóculos (SAGARPA, 2001). El fruto está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (EDIFORM, 2006) con tamaño homogéneo (SAGARPA, 2010).

## **2.6 Fenología del cultivo de jitomate**

La fenología de un cultivo comprende el estudio de las etapas o eventos que forman el ciclo de vida de las plantas (Bolaños, 2001); De acuerdo con Mondragón (2007), el crecimiento y desarrollo del jitomate comprende cinco etapas son: germinación, crecimiento, floración, fructificación y maduración.

### 2.6.1 Germinación

Esta etapa va de la siembra hasta que nace, con duración de 10 a 15 días (Mondragón, 2007). Para la germinación, las semillas requieren oscuridad y una temperatura entre los 15 a los 25 °C, ya que de otra manera los porcentajes de germinación se reducen marcadamente (Bolaños, 2001).

### 2.6.2 Crecimiento

Comienza con la aparición de las primeras hojas verdaderas a la aparición de los primeros botones florales, con duración de 45 a 75 días aproximadamente (Mondragón, 2007).

### 2.6.3 Floración

Desde la aparición de los primeros botones florales al cuajado de los primeros frutos con duración de 60 a 125 días (Mondragón, 2007). Cuando la humedad del suelo es baja y la planta está expuesta a vientos secos, se produce la caída de las flores (CATIE, 1990).

### 2.6.7 Fructificación

Se trata de un proceso fisiológico complejo muy dependiente de la temperatura y de otros factores ambientales como la luz, dióxido de carbono y la humedad (Vallejo y Estrada, 2004). Del cuajado de los primeros frutos al fin del crecimiento de los frutos, hay una duración de 90 a 175 días (Mondragón, 2007).

## **2.7 Condiciones agroecológicas del cultivo**

### 2.7.1 Temperatura

El cultivo de jitomate en principio no le favorecen las temperaturas demasiado bajas (Cuartero et al., 1995). Mantener el cultivo a una temperatura óptima aumenta la productividad y la calidad de los frutos y reduce riesgos por plagas (OPIC, 2013).

El jitomate es una planta termo periódica diaria que requiere una oscilación de temperatura entre el día y la noche de entre 10°C y 17 °C, lo que favorece su crecimiento y formación de mayor número de frutos. La temperatura óptima oscila entre los 20 y 30 °C y varía en función de cada una de sus etapas fenológicas (OPIC, 2013)

Para la germinación requiere 25 °C, en crecimiento 20 °C, en floración 24 °C, en fructificación requiere 25 °C y en maduración 22 °C (Díaz, 2007). Detiene su desarrollo debajo de los 10 °C, se hielan la planta a -2 °C. La temperatura del sustrato debe estar entre los 18 y 22 °C (Mondragón, 2007).

### 2.7.2 Luminosidad

El jitomate es exigente en luminosidad, requiere de días soleados y entre 12 horas de luz, para un buen desarrollo de la planta y poder lograr una coloración uniforme en el fruto (Jaramillo et al., 2006; Mondragón, 2007).

### 2.7.3 Humedad relativa

La humedad relativa (HR) óptima, que se ubica entre 60 % y 80 %, favorece el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción (Mondragón, 2007). Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades y afecta la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, “cara de gato” o malformación del fruto y frutos huecos, y además las flores pueden caerse. Cuando la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta: estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis (Castilla, 1995; Jaramillo et al., 2006).

### 2.7.4 Preparación del suelo y tipo de suelo

La planta requiere suelos de textura ligera y profundos con buen drenaje y un pH de 6-7 (SIAP, 2021). En la preparación del suelo se debe aflojar y rastrillar el suelo con

formación de surcos de 60 a 80 cm de ancho con separaciones de entre 1.2 a 1.5 m para colocar una o dos hileras de plantas separadas a 30 cm entre estas y a 30 o 40 cm entre plantas (SIAP, 2024).

#### 2.7.5 Siembra

Para las regiones con invierno severo, la producción es en el ciclo de verano plantando a finales de febrero y marzo. Para zonas sin presencia de heladas se recomienda la siembra a partir del mes de septiembre y hasta noviembre (Vivancos, 1997)

#### 2.7.6 Podas

Las podas que se llevan a cabo en el cultivo del jitomate son: poda de brotes laterales, poda de hojas, poda de frutos y poda del brote apical (Infoagro Systems S.L., 2016).

### **2.8 Principales plagas en el cultivo de jitomate**

De acuerdo con SAGARPA (2010), las plagas más comunes del cultivo del jitomate son: la mosca blanca, trips, áfidos, minadores de hoja y ácaros.

#### 2.8.1 Mosca blanca

La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) es una plaga común y limitante en los cultivos de jitomate bajo invernadero, especialmente en épocas secas. Su importancia

como plaga radica en el daño causado por adultos e inmaduros al succionar savia de la planta y transmitir virus (Jaramillo, 2006).

### 2.8.2 Trips

Los Trips (Thysanoptera), son organismos que pueden afectar a las plantas por daños directos, la transmisión de enfermedades virales, también trastornos causados por toxinas, así como la transmisión de hongos y bacterias en forma mecánica (Lewis, 1973).

### 2.8.3 Los áfidos

Los áfidos (Aphididae), son pequeños insectos de cuerpo blando y fitopatógenos, su aparato bucal les permite alimentarse directamente de la savia de su hospedero, produciendo daños directos o indirectos por transmisión de virus (SAGARPA, 2010).

### 2.8.4 El minador de la hoja

El cultivo del jitomate es afectado por el minador de la hoja *Liriomyza spp.* llegando a ocasionar daños considerables (Garza, 2001).

Las larvas de este organismo pueden ocasionar diferentes tipos de daños a la planta; siendo el más importante cuando rompen la epidermis y penetran dentro de la hoja de la cual se alimentan, manifestándose este daño en forma de una mancha irregular de

color marrón paja, dentro de la cual pueden observarse fácilmente las larvas (Salas y Fernández, 1985).

### 2.8.5 Ácaros

Los ácaros, son artrópodos pertenecientes a la clase de los Arácnidos o Quelicerados. Los adultos poseen cuatro pares de patas. Varias familias de ácaros incluyen especies perjudiciales para las plantas, siendo la más conocida la de los Tetranychidae; a estas especies se les denomina comúnmente ácaros, incluso arañas, rojas o verdes. Algunas especies atacan al jitomate, entre ellas: *Tetranychus evansi* y *Tetranychus urticae*, que es el ácaro más ampliamente señalado en este cultivo. Llamados también “arañita”, debido a las telas que forma sobre las plantas. Pueden ser responsables de daños importantes, especialmente en invernadero, en numerosos cultivos ornamentales y hortícolas.

## 2.9 Arañita roja de dos manchas (*Tetranychus urticae*)

### 2.9.1 Generalidades.

La familia *Tetranychidae* tiene una abundante cantidad de especies de importancia económica, donde el género *Tetranychus* contiene a una de las plagas de mayor importancia económica de los cultivos en el mundo: *T. urticae*, es una plaga polífaga que se alimenta de más de 1,000 especies vegetales distribuidas en alrededor de 140 familias botánicas. En México cultivos como jitomate, chile, fresa, pepino, melón, maíz, naranja, algodón, vid, rosa, gerbera, entre otros, son afectados por ese artrópodo (Grbić et al., 2011; Navarro et al., 2001).

### 2.9.2 Distribución mundial.

*Tetranychus urticae* se ha registrado en la mayoría de los países del mundo; varios países de Europa, Asia, África, Australasia, Islas del Pacífico del Caribe, Norte, Centro y Sur América; en total se ha registrado en 108 países de los cinco continentes (CABI, 2020).

### 2.9.3 Clasificación Taxonómica

**Cuadro 2.** Taxonomía de *Tetranychus urticae* Koch de acuerdo con Krantz (1978).

<b>Phylum:</b> Arthropoda
<b>Clase:</b> Arachnida
<b>Orden:</b> Prostigmata
<b>Familia:</b> Tetranychidae
<b>Género:</b> <i>Tetranychus</i>
<b>Especie:</b> <i>urticae</i>
<b>Nombre científico:</b> <i>Tetranychus urticae</i> Koch

### 2.9.4 Nombres comunes

Araña roja de dos manchas, araña roja, ácaro rojo (Ruíz et al., 2013).

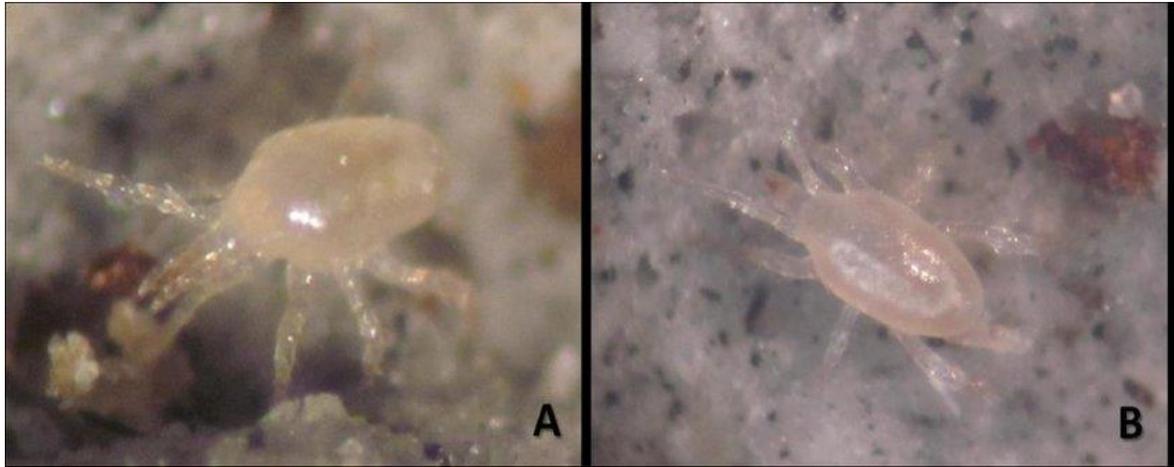
### 2.9.5 Descripción morfológica de *T. urticae*

La reproducción de *T. urticae* es mediante “arrenotokia”, un tipo de partenogénesis en la cual se producen machos haploides de huevos no fertilizados; mientras que las hembras son diploides y provienen de huevos fertilizados. Cada hembra produce, en promedio, de 90 a 110 huevos (Tello et al., 2013); Los huevos son esféricos y lisos, miden aproximadamente 0.12 mm de diámetro, con una coloración clara que se torna rojiza a medida que avanza su desarrollo, tienen una duración aproximada de 3-5 días (Ferragut, F. & Santonja, M.C., 1989).

**Figura 1.** Huevecillos de *T. urticae* (Júarez-Reyes,2018)



Las larvas tienen un cuerpo redondeado y blanquecino, con un tamaño de 0,15 mm siendo lo más característico que poseen tres pares de patas, a diferencia de los estados intermedios entre larvas y adultos, que son las protoninfas y deutoninfas que ya poseen los cuatro pares de patas (Malais y Ravesnberg, 1995). La duración de huevo a adulto va de 7 a 12 días, los cuales varían dependiendo de las condiciones ambientales.



**Figura 2.** Larva, A) protonifa y B) deutoninfa de *T. urticae* (CABI, 2021).

Los adultos son ovalados, las hembras miden aproximadamente 0.6 mm, de longitud (Reséndiz, 2018), tienen coloración variable en función del clima, substrato y edad, pudiendo ser amarillentas, verdosas, rojas, con dos manchas oscuras situadas en los laterales del dorso. Los machos tienen el cuerpo más estrecho y puntiagudo, son de colores más claros y de tamaño inferior, 0,3 mm de longitud (Malais y Ravensberg, 1995). La longevidad es variable, de 25 a 30 días (CABI, 2021)



**Figura 3.** A) Adultos de *T. urticae* y B) población de adultos de *T. urticae* (CABI, 2021).

### 2.9.6 Daños a la planta y ubicación

Los ácaros se agrupan frecuentemente en el envés de la hoja. Sin embargo, en poblaciones elevadas se pueden observar en el haz.

*T. urticae* se alimenta principalmente del follaje, introduciendo sus estiletes en los tejidos de la planta provocando un daño mecánico al remover el contenido celular (Jeppson et al., 1975). Esta actividad provoca la aparición de punteaduras o manchas amarillentas producido por la desecación de los tejidos, son los síntomas más característicos de los daños ocasionados por *T. urticae* (Cabello, 1995), al igual que la presencia de seda (telaraña) en la planta, que en cantidades abundantes interfieren con la acción de los plaguicidas utilizados en su manejo (CABI, 2021).

### 2.9.7 Requerimientos climáticos

*Tetranychus urticae* es una especie de climas cálidos y secos. La temperatura óptima de la araña roja se sitúa entre los 30°C-32°C, cuando se desarrolla de forma veloz y puede alcanzar una alta tasa de reproducción, lo que la convierte en una plaga peligrosa para los cultivos. Entre los 25°C y 30°C, estas se reproducen de forma un poco más lenta (Mitchell, 1973).

A temperaturas inferiores a los 10°C grados comienza a sufrir estrés y su desarrollo se ralentiza. Si la temperatura cae por debajo de los 0°C, entonces la arañita puede morir (Ruíz et al., 2013). a temperaturas superiores a los 40°C, la arañita comienza a sufrir estrés térmico y puede morir, sobre todo si estas condiciones climatológicas se mantienen durante un período prolongado (Ruíz et al., 2013).

## 2.10 Medios de movimiento y dispersión

*T. urticae* se dispersa caminando activamente o por transporte pasivo en el viento y sobre plantas, herramientas y personas encargadas de actividades de manejo y/o cosecha. (Zhang, 2003).

## 2.11 Métodos de control

### 2.11.1 Control cultural

Si las condiciones operativas lo permiten, se sugiere regular la temperatura a menos de 25°C. Sin embargo, el desarrollo del cultivo podría verse afectado (Webster, 2005).

Debido a que *T. urticae* es una plaga polífaga, se sugiere tener un buen control de maleza, que puedan fungir como hospedantes alternas y ser focos de infestación (Webster, 2005).

### 2.11.2 Control biológico

Dentro de las tácticas de manejo es el uso de enemigos naturales y se ha convertido en una alternativa con un perfil de menor impacto ambiental.

Los enemigos naturales más efectivos de *T. urticae* son los ácaros depredadores de la familia *Phytoseiidae* como *Phytoseiulus persimilis* (CABI, 2021). El uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, ha tenido avances significativos (Maniania, 2008).

### 2.11.3 Control biorracional

El uso de sustancias de origen vegetal o microbiano, o análogos de compuestos vegetales (Horowitz et al., 2004). En la mayoría de los casos, se entiende que es un grupo de sustancias que presenta un bajo riesgo su uso para el ambiente, así como para las personas que los manipulan. Dentro de esta categoría tenemos diversos productos de origen vegetal, donde destacan productos a base de neem o azadiractina, entre los más conocidos (Laborda, 2013).

### 2.11.4 Control químico

El control químico es una herramienta valiosa en *T. urticae*, ya que puede afectar la tasa de sobrevivencia, fecundidad e inhibición de oviposición, causar repelencia, entre otros. En muchos casos los acaricidas sintéticos ocasionan una disminución significativa de las poblaciones de plagas, en comparación con acaricidas biorracionales (Díaz-Arias et al., 2019).

Dentro de las herramientas el manejo de la arañita de dos manchas, entre los activos con mayor uso son azufre y abamectina. El primero se usa frecuentemente y se aplica cuando existen densidades de poblaciones bajas; mientras que el segundo se utiliza cuando la densidad ha aumentado. Sin embargo, existen diversas herramientas que se distribuyen en modos de acción recomendados por el IRAC.

## 2.12 *Tetranychus evansi*

### 2.12.1 Generalidades

*Tetranychus evansi* es principalmente un herbívoro de plantas y cultivos de la familia Solanaceae, aunque se reporte que también puede infestar a una variedad de otros huéspedes (Bolland et al., 1998); sin embargo, esto es dudoso. *T. evansi* fue descrito en 1960 a partir de ejemplares capturados en Isla Mauricio sobre plantas de jitomate (Baker y Pritchard, 1960)

Del mismo modo que *Tetranychus urticae*, *Tetranychus evansi* es un ácaro tetraníquido, cosmopolita, pero a diferencia esta suele ser oligófago, *T. evansi* es una de las plagas principales del tomate y papa en extensas áreas de Brasil (Ramalho y Flechtmann, 1979), Estados Unidos (Oatman et al., 1967). Fue reportado por primera vez de México en 2024, distribuido algunas localidades de los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Baja California (Monjarás-Barrera y Sánchez-Peña, 2024); actualmente ha sido detectado en Coahuila (Sánchez-Peña, 2024, comunicación personal).

### 2.12.2 Distribución mundial.

El primer daño se observó en Brasil (Silva, 1954) extendiéndose a diferentes países.

- Argentina (Rossi Simons, 1961)
- Mauricio (Baker y Pritchard, 1960)
- Islas Vírgenes (Moraes et al., 1987)
- Estados Unidos (Arizona, Tejas, Florida y California) (Wene, 1956)
- Puerto Rico (Medina et al., 1977)
- Brasil (Flechtmann, 1967)
- Zimbabwe (Blair, 1983)
- Mozambique (Rodriguez, 1959)
- Marruecos en 1988 (Jaouani, 1988)
- México en 2024 (Monjarás-Barrera y Sánchez-Peña, 2024)

**Cuadro 3.** Países donde se ha reportado la presencia de *T. evansi*.

#### 2.12.3 Clasificación Taxonómica

**Phylum:** Arthropoda

**Clase:** Arachnida

**Orden:** Prostigmata

**Familia:** Tetranychidae

**Género:** *Tetranychus*

**Especie:** *Tetranychus evansi*

**Cuadro 4.** Taxonomía de *T. evansi*

#### 2.12.4 Nombres comunes

Ácaro rojo del tomate y ácaro brasileño

### 2.12.5 Cultivos afectados

Sólo a las plantas solanáceas como papa y tomate (Ferragut et al., 2013).

### 2.12.6 Biología y descripción

El ciclo biológico consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, dos estadios ninfales (protoninfa y deutoninfa) y adulto (Ferragut y Escudero, 1999).

La duración del desarrollo de huevo a adulto transcurre en 13.5 días a 25°C; la puesta de huevos alcanza un máximo de unos 13 huevos diarios a una temperatura media y la temperatura umbral de desarrollo se sitúa cerca de los 13°C (Moraes y Mcmurtry, 1987).

### 2.12.7 Daños a la planta y ubicación

El ácaro produce grandes cantidades de telaraña en la que se localizan las colonias. Asimismo, afectan a las hojas de la planta con una decoloración; se vuelven amarillentas primero y marrones después, lo cual lleva a un escaso desarrollo vegetal si se encuentra sobre plantas jóvenes, las cuales pueden morir rápidamente (Jeppson et al., 1975). *Tetranychus evansi* provoca algunas respuestas fisiológicas únicas en las plantas atacadas, suprimiendo importantes vías de defensa, por lo tanto, infligiendo daños de manera diferente a algunos de sus congéneres (Sarmiento et al., 2011). En los sitios del África subsahariana, puede causar hasta un 90% de pérdida de cultivos de jitomate (Migeon et al., 2009).

*T. evansi* viven a ambos lados de las hojas, pero prefieren las áreas inferiores cerca de las venas principales, esta especie tiene un comportamiento relativamente gregario (Monjarás-Barrera y Sánchez-Peña, 2024).

#### 2.12.8 Descripción morfológica de *T. evansi*

Los huevos de esta araña roja no difieren de los de otras especies. Son esféricos y de color ámbar, oscureciéndose a medida que avanzan en su desarrollo.

Las larvas son muy claras y transparentes, con una tonalidad verdosa que parece deberse a la alimentación. Las ninfas conservan estos tonos verdes, pero con el tiempo los van perdiendo para adquirir una coloración parecida a la de los adultos. Los machos son pequeños y la parte posterior de su cuerpo adopta una forma triangular muy marcada. Su color es similar al de la hembra, aunque algo más claro (Migeon, 2009).

Ésta tiene las patas relativamente largas con relación al cuerpo, sobre todo el primer par, y su color es anaranjado. En el dorso del cuerpo presenta dos zonas laterales oscuras similares a las de otras arañas rojas. La cantidad de telaraña producida en las colonias es semejante a la de otras especies (Ferragut y Santonja, 1989).

El aspecto externo de este nuevo ácaro bajo la lupa binocular es ligeramente distinto del de las otras especies que viven en las hortalizas; *T. evansi*, muestra un color anaranjado.

La forma y tamaño de *T. evansi* es similar al de las otras arañas rojas, pero sus patas, sobre todo el primer par, son un poco más largas con una coloración anaranjada que ayuda a diferenciar de otras especies; a través de la práctica puede ayudar a su diagnóstico sobre cultivos hortícolas (Gregor, 2000).

### 2.12.9 Requerimientos climáticos

La araña roja del tomate se reproduce continuamente durante todo el año en climas cálidos. El desarrollo se ve favorecido por condiciones cálidas y secas. La temperatura mínima para su crecimiento es de 10 °C y la temperatura óptima es de 34 °C. A 25 °C, el ciclo de vida se completa en 13.5 días (Gregor, 2000).

### 2.12.10 Medios de movimiento y dispersión

El movimiento local está vinculado a las corrientes de viento, en la propagación a corta distancia puede ocurrir a través de la ropa y las herramientas contaminadas, pero también pueden caminar distancias cortas, la propagación a larga distancia ocurre a través del comercio de plantas hospedantes infestadas (Migeon, 2009).

### **2.12.11 Métodos de control**

#### 2.12.12 Control cultural

- Material de propagación de origen con un buen estado sanitario
- Monitoreo del cultivo regularmente
- Controlar las malezas
- Tratar, eliminar o poner en cuarentena las plantas infestadas para evitar su propagación.

### 2.12.13 Control biológico

Moutia (1958) considera como depredador más eficaz al coccinélido *Stethorus vinsoni* Kapur y a un cecidómido del género *Feltiella*.

### 2.12.14 Control químico

Actualmente no existen acaricidas registrados para uso contra *T. evansi* en México

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el periodo primavera-verano del 2024 en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en la Calzada Antonio Narro #1923 en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Con coordenadas 25° 21' 5" latitud norte, 101° 1' 52" longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm.

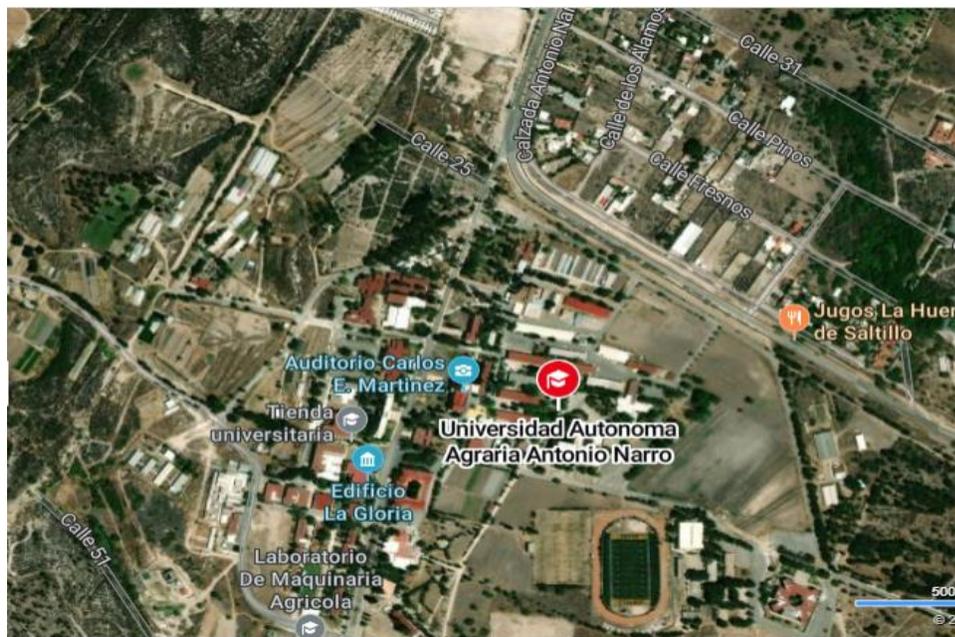


Figura 4. Mapa de la UAAAN.

#### 3.2 Descripción del material genético

Se utilizó semilla de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Rio Grande.

### 3.3 Construcción de malla sombra

Se construyó una malla sombra con ayuda de un toldo 3x3 metros, en las fechas del 21 al 25 de mayo de 2024. Para que se tuviera mejor resistencia en la parte de los postes del toldo, se cavó un pozo, al cual se le colocó cemento para después poner el poste y se sellaron juntos. Al igual para facilitar el acceso, se construyó una puerta con marco de madera y malla antiáfidos para controlar plagas en el cultivo.



**Figura 5.** Malla sombra

### 3.4 Mantenimiento de las colonias de acaro

*T. evansi* fue detectado en el centro de Saltillo a principio de junio del 2024; cual se trasladó al lugar donde se llevó a cabo el proyecto (UAAAN), donde se infestaron en 5 plantas de jitomate para su conservación y reproducción de la colonia.

Para *T. urticae* se detectó en una planta de chile serrano (*Capsicum annuum* L); en la UAAAN. En la que se garantizó el mantenimiento y reproducción de la colonia.

### **3.4 Manejo del cultivo**

#### **3.4.1 Preparación del sustrato**

La mezcla del sustrato utilizado fue de 70:30 arena y perlita (A:P), mezclándolos homogéneamente y al mismo tiempo humedeciendo para verificar la retención de la humedad fuera adecuado para el cultivo.

#### **3.4.2 Siembra**

La siembra se realizó el día 15 de mayo del 2024, se sembró una charola con sustrato colocando dos semillas de jitomate por cavidad, de igual manera se les dio su primer riego y diario en las mañanas se regaron, el volumen de agua dependía de las condiciones ambientales que se presentaban durante esas fechas.

#### **3.4.3 Trasplante**

El día 6 de julio de 2024, se trasplantaron las plántulas a bolsas de plástico para invernadero, colocando dos plantas por bolsa (ya que contaban con el espacio suficiente en las bolsas), obteniendo un total de 69 bolsas y 138 plantas, las cuales se distribuyeron entre los dos lugares (48 bolsas en malla sombra y 21 en campo abierto).

#### 3.4.4 Riego

Los riegos fueron de forma manual con un recipiente de plástico. Durante el experimento se regó cada bolsa con 500 ml ya sea diario o intercalando días dependiendo de los requerimientos que demandaba el cultivo.

#### 3.4.5 Control de plaga, enfermedades y fertilización

Cabe mencionar que no se hizo aplicación de ningún tipo agroquímicos.

### 3.5 Trabajo de campo

#### 3.5.1 Tratamientos

Se evaluaron 3 tratamientos en campo abierto, y otros 3 tratamientos en malla sombra.

Para campo abierto se colocaron 7 repeticiones de cada tratamiento (*T. urticae*, testigo y *T. evansi*), con dos plantas en cada bolsa, marcadas con una numeración del 1 al 7 en cada tratamiento y con el nombre del ácaro que se encontraba en esa repetición dándonos un total de 21 repeticiones con un total de 42 plantas.

En malla sombra se colocaron 16 repeticiones para cada tratamiento (*T. urticae*, testigo y *T. evansi* como se describe en el cuadro. 5), con dos plantas en cada bolsa (32 plantas / tratamiento) y marcadas con números del 1 al 16 en cada tratamiento y el nombre del ácaro que se encontraba en esa repetición.

Esto arroja un total de 48 repeticiones con un total de 96 plantas para los tratamientos de todo el experimento (Cuadro 5).

<b>Malla sombra</b>	<i>T. evansi</i>	<i>T. urticae</i>	Testigo
<b>Campo abierto</b>	<i>T. evansi</i>	<i>T. urticae</i>	Testigo

**Cuadro 5.** Tratamientos en experimento de infestación de jitomate con *T. evansi* y *T. urticae*.



**Figura 6.** Plantas de jitomate en malla sombra A) y B) plantas de jitomate a campo abierto.

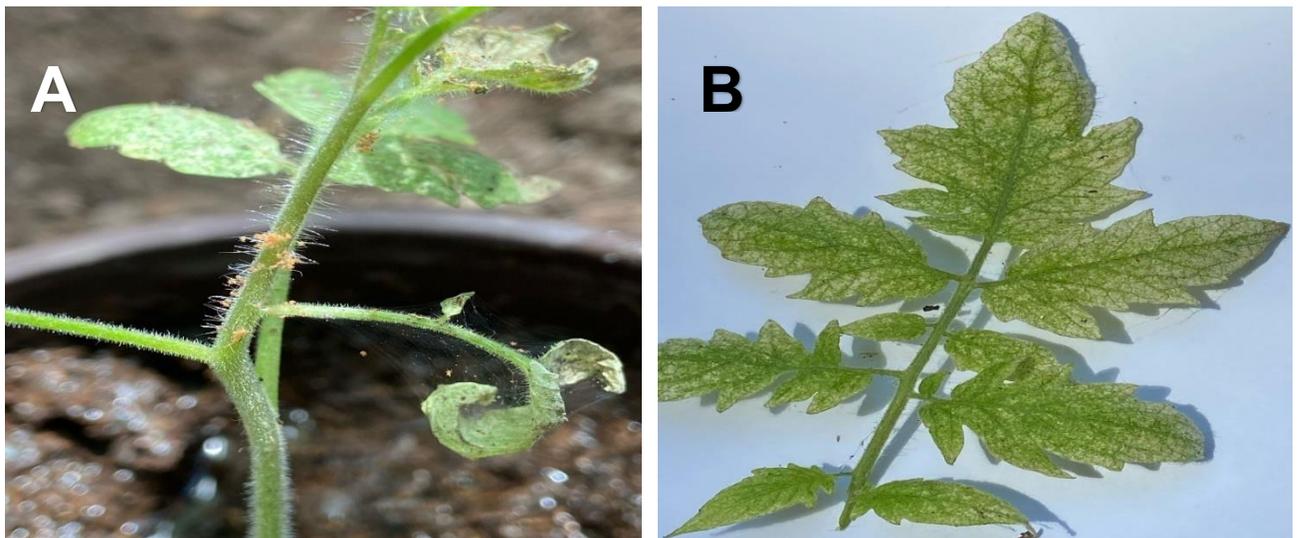
### 3.5.2 Infestación

El 10 de julio del 2024 se llevó a cabo la infestación de los dos ácaros. Se extrajo un foliolo infectado de las plantas de jitomate donde se mantenía la colonia de *T. urticae* y se dividió en cuatro partes iguales, procurando que contuvieran la misma cantidad

de ácaros, aproximadamente 10 ácaros. Se llevó a cabo la colocación de uno de esos fragmentos ya cortados en las respectivas repeticiones ya clasificadas con un clip para infestarlas. Este proceso también se llevó a cabo con *T. evansi*; tanto en campo abierto y en malla sombra dándonos un total de 32 plantas infestadas para cada especie.



**Figura 7.** Hoja de chile infestado de ácaros (*T. urticae*) dividido en 4 A) y B) ¼ de peciolo colocado en la planta de jitomate con ayuda de un clip para su infestación.

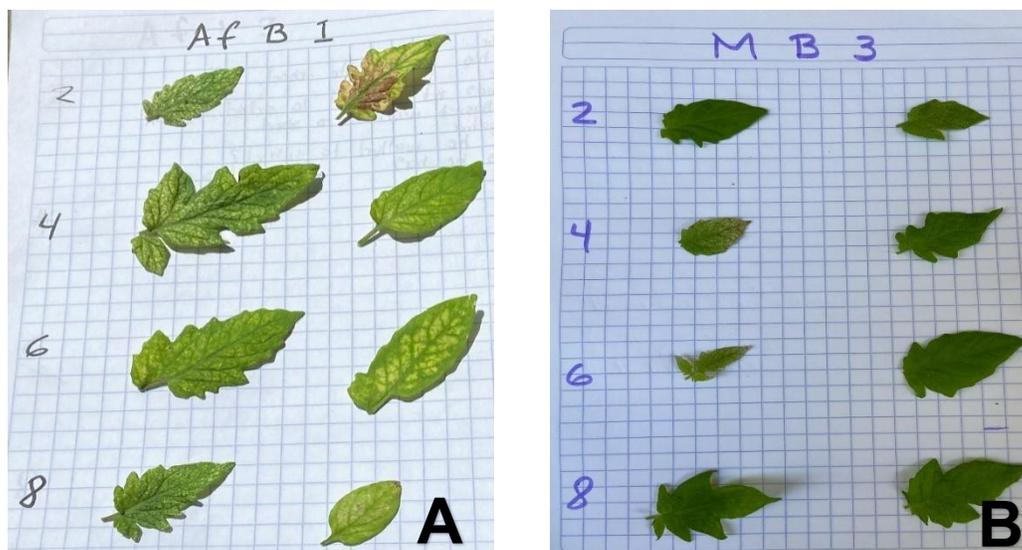


**Figura 9.** Población de *T. evansi* en planta de jitomate y B) daños de *T. evansi* en la hoja de jitomate, en las plantas utilizadas para la infestación.

### 3.5.3 Toma de datos

**Objetivo 1.** Describir y comparar las poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande considerando como factor la altura de la planta (bajo, medio y alto).

Posterior a la infestación descrita anteriormente, y para comparar las poblaciones considerando como factor la altura de la planta, se dividieron las plantas en 3 niveles o estratos (bajo, medio y alto). Se recolectaron los foliolos de la planta de jitomate, para lo cual se tomaron para todas las muestras 1 foliolo de cada nivel y de las dos plantas, al azar, tanto en campo abierto como en malla sombra. Estos foliolos se conservaron en recipientes de plástico individualmente con alcohol al 70 %, registrando la fecha, recolector y clave para después pasar a los conteos visuales en un estereoscopio en el Departamento de Parasitología.



**Figura 8.** Peciolos colectados en niveles en la planta de jitomate en el nivel 1; AFB1 = Afuera (campo abierto) *T. evansi* (brasileño) en el nivel 1. A) y B) peciolos colectados a nivel 3; MB3 = malla sombra, al nivel 3.

**Objetivo 2.** Para describir y registrar fotográficamente la progresión del daño causado a las plantas de jitomate saladette variedad Rio Grande por las infestaciones de *T. evansi* a través del tiempo, se recolectaron foliolos infestados que presentaban diferentes densidades poblacionales y daños sobre la estructura vegetal; esto se determinó visualmente.

**Objetivo 3.** Describir y comparar el crecimiento poblacional total de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande, en malla sombra y en campo abierto; para esto, se procesaron los datos obtenidos en el muestreo del Objetivo 1, de ambas especies de ácaros en las plantas.

Objetivo 4. Para determinar algunas posibles plantas hospederas de *Tetranychus evansi*, se colocaron plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays* L), fresa (*Fragaria ananassa*) y algodón (*Gossypium hirsutum*) lo cual se infestaron con *T. evansi*, colocando plantas de jitomate fuertemente infestadas en contacto físico con las plantas mencionadas anteriormente.

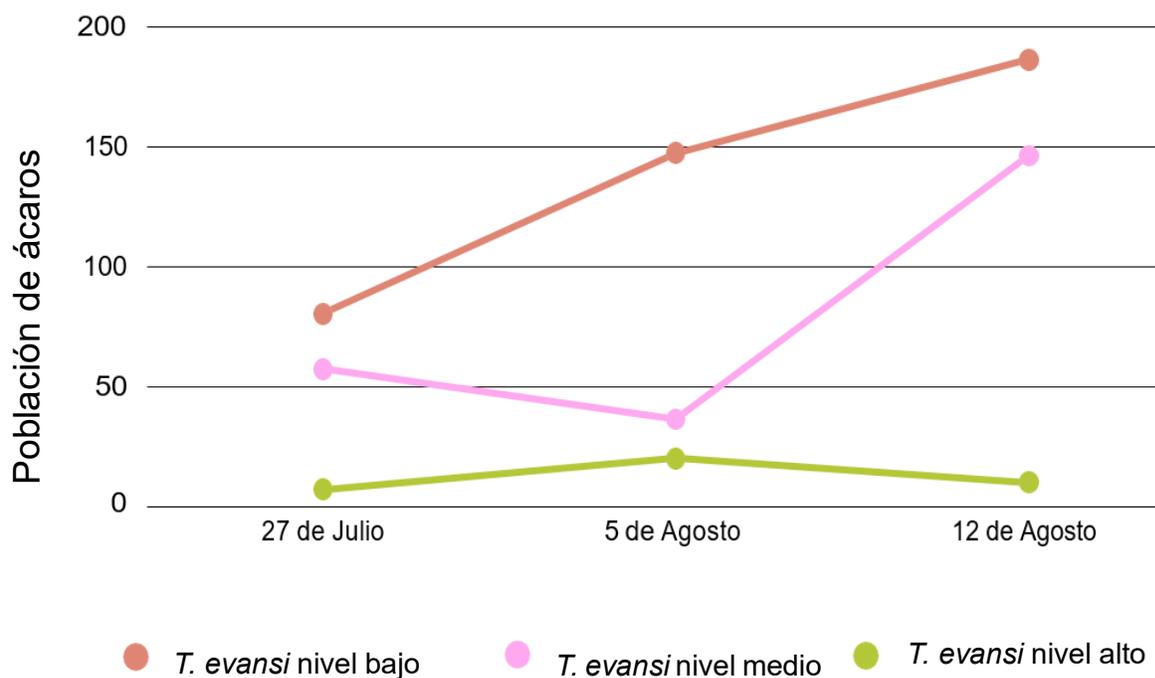
### 3.5.6 Trabajo en laboratorio

Se colocaron las muestras de los foliolos en un estereoscopio para realizar los conteos de los ácaros, los cuales con la ayuda de un pincel se iban separando para dichos conteos.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

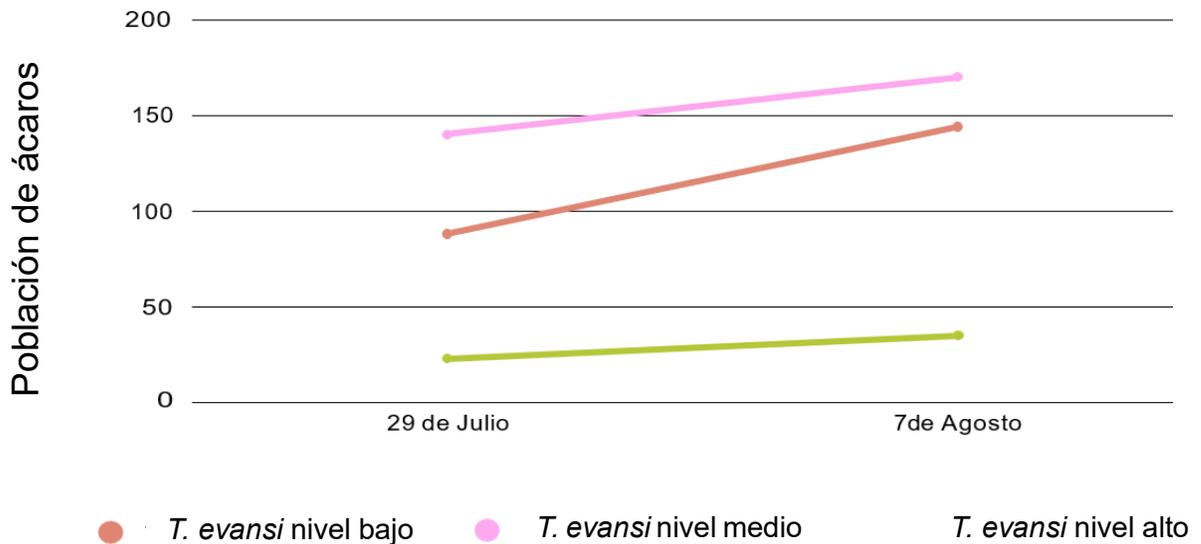
Las siguientes figuras son referentes al objetivo 1: Describir y comparar las poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande considerando como factor la altura de la planta (bajo, medio y alto).

**Figura 10.** Crecimiento poblacional de *T. evansi* en campo abierto, en diferentes niveles de las plantas.



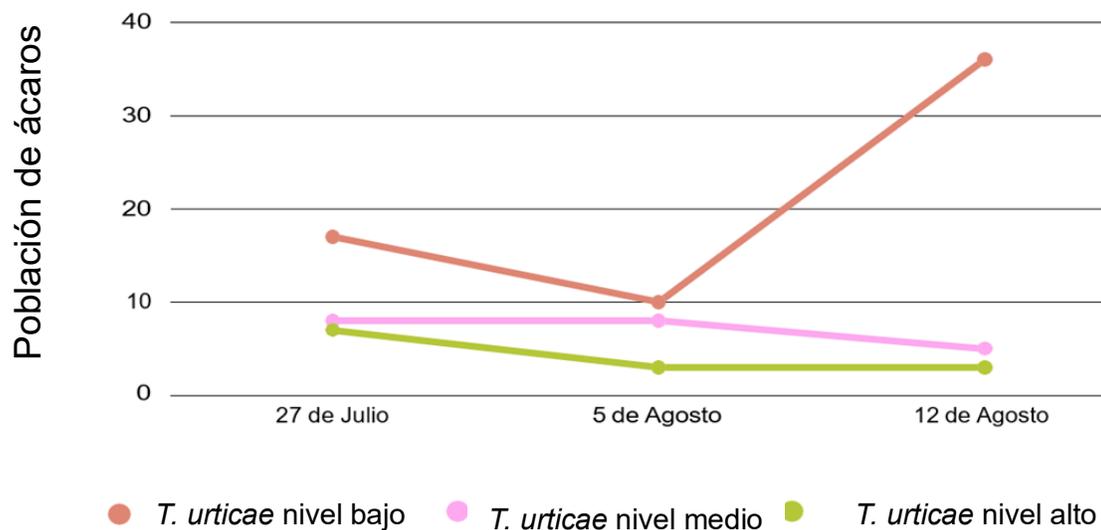
En este análisis obtuvimos un crecimiento principalmente en el nivel bajo de la planta donde su crecimiento poblacional fue mucho más marcado y rápido que en el demás nivel dándonos el punto más alto con 186 ácaros el 12 de agosto.

**Figura 11.** Crecimiento poblacional de *T. evansi* en malla sombra, en diferentes niveles de las plantas.



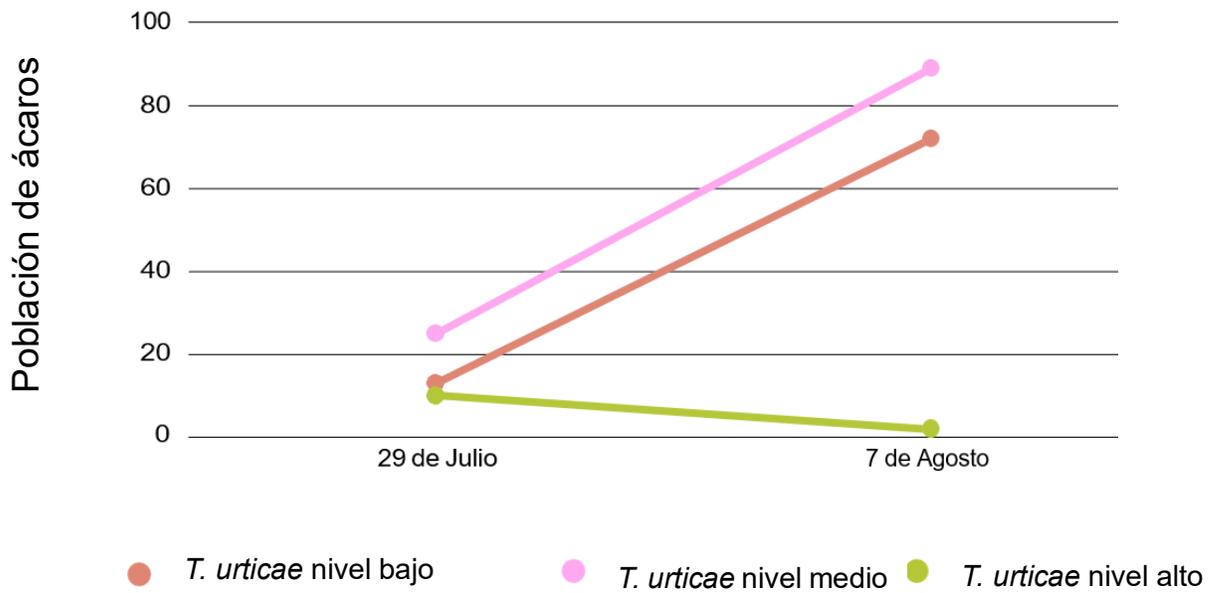
De los 600 ácaros en total de *T. evansi*, se puede observar en la gráfica en el nivel medio tuvimos un crecimiento poblacional superior los demás niveles con una población de 310 ácaros en total.

**Figura 12.** Crecimiento poblacional de *T. urticae* en campo abierto, en diferentes niveles de las plantas.



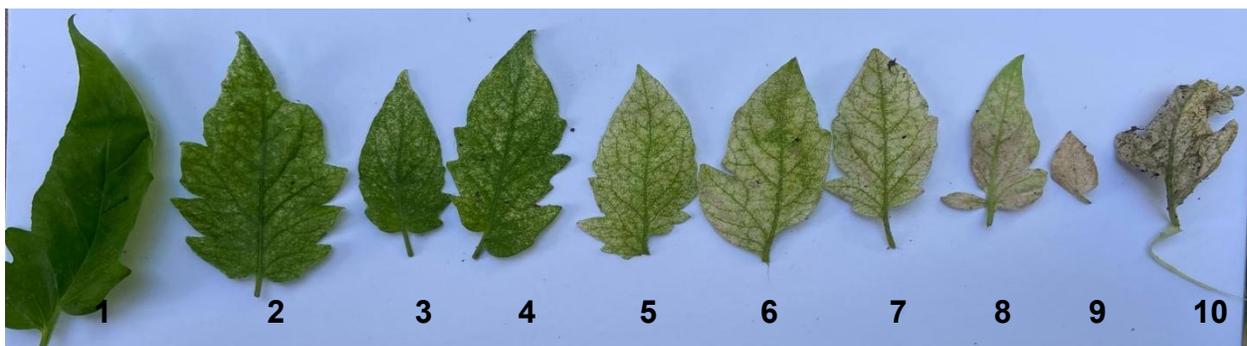
Se observó que el nivel bajo tuvo una población superior a los demás niveles llegando a su punto más alto con 36 ácaros para la fecha del 12 de agosto.

**Figura 13.** Crecimiento poblacional de *T. urticae* en malla sombra, en diferentes niveles de las plantas.



De los 210 ácaros de *T. urticae* la mayoría de ellos fueron encontrados en el nivel medio de la planta con un total de 114 ácaros.

**Figuras referentes al objetivo 2:** Describir el daño causado a las plantas de jitomate saladette variedad Rio Grande por las infestaciones a través del tiempo.



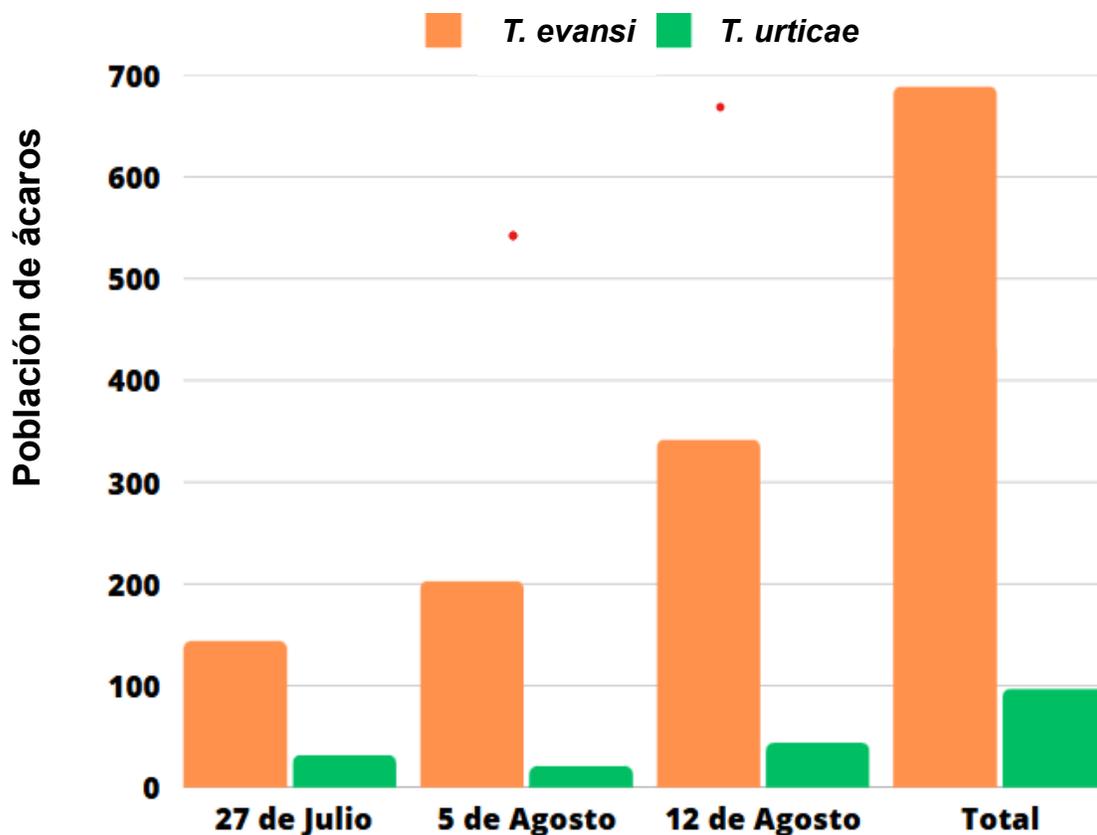
**Figura 14.** Se llevó a cabo una escala de daño visual en la que se puede observar los

daños provocados por *T. evansi* en folíolos de la planta de jitomate a través del tiempo.

Esta escala comenzó en el número 1, donde mostraba un daño mínimo, para finalizar en el número 10, donde es una defoliación y muerte de la hoja debido a una clorosis y una severa necrosis.

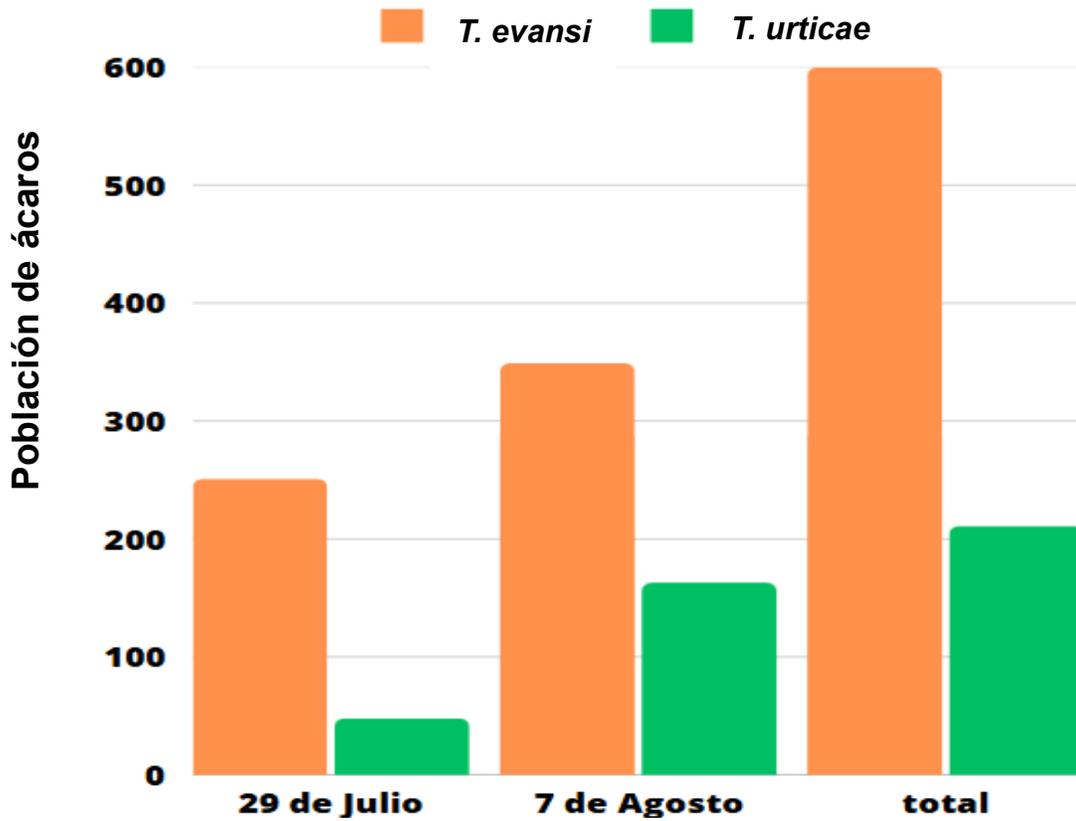
**Objetivo 3.** Describir y comparar el crecimiento poblacional total de *Tetranychus urticae* Koch y *Tetranychus evansi* Baker en jitomate saladette variedad Rio Grande, en malla sombra y en campo abierto.

**Figura 15.** *T. urticae* vs *T. evansi* en campo abierto.



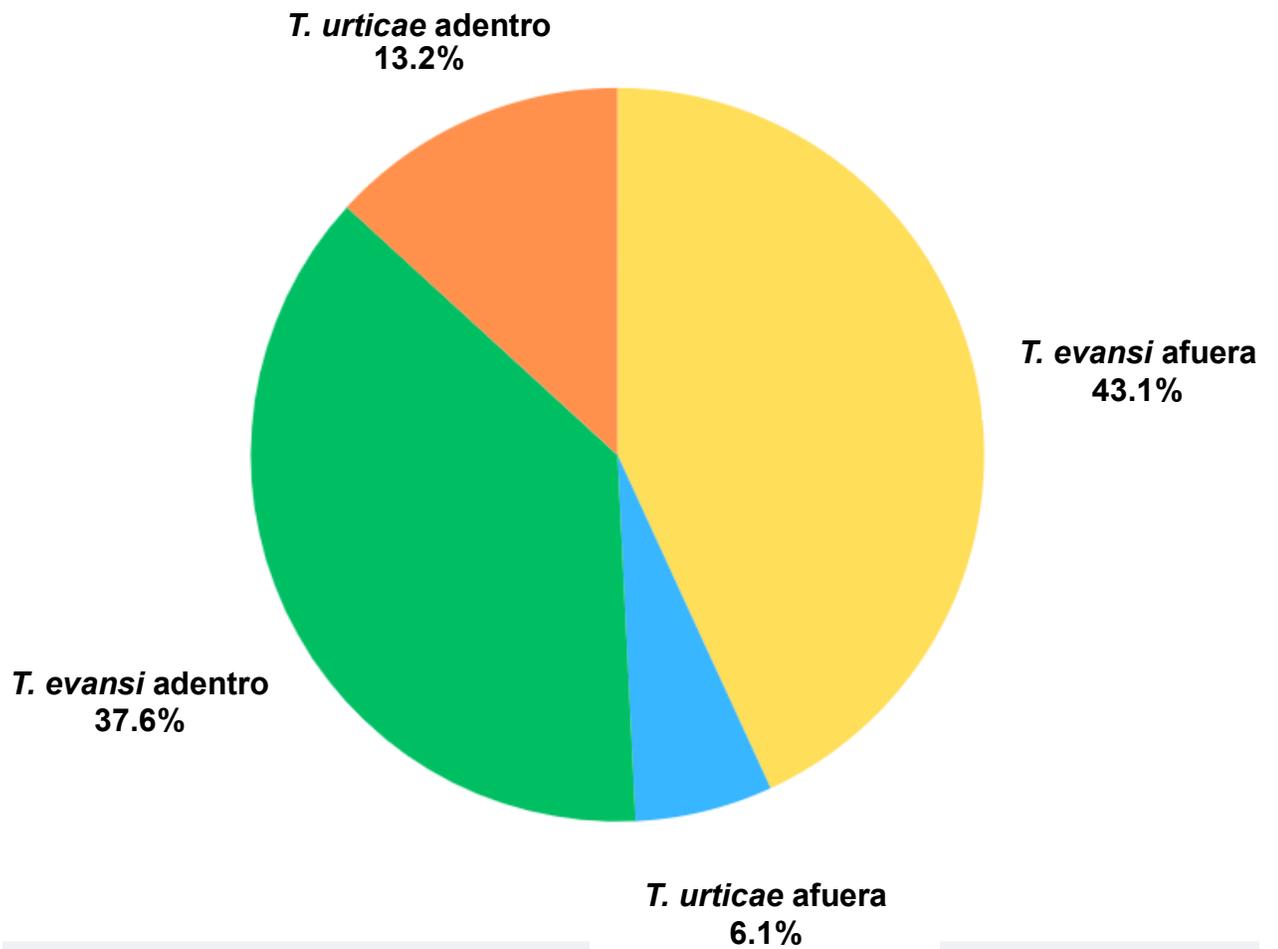
La población a través del tiempo fue mayor para *T. evansi* en campo abierto con un total de 689 ácaros mientras que *T. urticae* presentó un total de 97 ácaros.

**Figura 16.** *T. urticae* vs *T. evansi* en malla sombra.



La población a través del tiempo fue mayor para *T. evansi* en campo malla sombra con un total de 600 ácaros mientras que *T. urticae* presentó un total de 211 ácaros

**Figura 17.** Crecimiento poblacional de *T. urticae* y *T. evansi* en malla sombra y en campo abierto.



## 5. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, se observaron diferencias significativas en el ataque de ambas especies sobre las plantas de tomate, obteniendo como resultado que *T. evansi* presentó mayor agresividad que *T. urticae* en las condiciones experimentales establecidas. El daño encontrado en las plantas fue mucho mayor en el caso de *T. evansi*, debido a su rápido crecimiento poblacional, lo cual hace a este ácaro una plaga de gran potencial económico.
- Las plantas infestadas por *T. evansi* presentaron los síntomas característicos del género *Tetranychus*, resaltando que se observó extensa defoliación, clorosis con progresión a necrosis y muerte completa en las plantas infestadas.
- *T. evansi* presentó mayor población en ambas condiciones (campo abierto y malla sombra) en comparación con *T. urticae*, donde presentó mayor agresividad y más alta adaptabilidad en malla sombra.
- Estos datos confirman la condición de plaga primaria de *T. evansi* y su elevada importancia para el cultivo de tomate en nuestro país, en campo abierto y particularmente en condiciones de agricultura protegida.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Ascencio-Álvarez A., Ávila-Perches M.A., Dorantes-González J.R.A., O-Olán M., Espinosa-Trujillo E., Palemón-Alberto F., Arellano-Vázquez J.L., Gámez-Vázquez A.J. 2018. Tomato irregular ripening in the Culiacán Valley, Mexico. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41(3): 265-273. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.265-273>
- Azandémè-Hounmalon G.Y., Affognon H.D., Assogba Komlan F., Tamò M., Fiaboe K.K. M., Kreiter S., Martin T. 2015. Farmers' control practices against the invasive red spider mite, *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard in Benin. *Crop. Prot.*, 76(53): 58. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.007>
- Azandémè-Hounmalon G.Y., Sikirou R., Onzo A., Fiaboe K.K., Tamò M., Kreiter S., Martin T. 2022. Re-assessing the pest status of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) on solanaceous crops and farmers control practices in Benin. *J. Agric. Food. Res.*, 10:100401. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100401>
- Baker E.W., Pritchard A.E. 1960. The tetranychoid mites of Africa. *Hilgardia*. 29:455–574. <https://doi.org/10.3733/hilg.v29n11p455>
- Ben-David T., Melamed S., Gerson U., Morin S. 2007. ITS2 sequences as barcodes for identifying and analyzing spider mites (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 41:169-181. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9058-1>
- Boubou A., Migeon A., Roderick G.K., Navajas M. 2011. Recent emergence and worldwide spread of the red tomato spider mite, *Tetranychus evansi*: genetic variation and multiple cryptic invasions. *Biol.Invasions*, 13:81-92. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9791-y>
- CABI. 2021. *Tetranychus urticae* (araña roja de dos puntos). Recuperado de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.53366>

- Calvo, F., Soriano, J. 2018. Control biológico de araña roja por medio de sueltas de fitoseidos y aplicaciones de alimento natural. PHYTOMA, 64-65.
- Chacón-Hernández J.C., Ordaz-Silva S., Mireles-Rodríguez E., Rocandio-Rodríguez M., López-Sánchez I.V., Heinz-Castro R.T.Q., Reyes-Zepeda F, Castro-Nava S. 2020. Resistance of wild chili (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) to *Tetranychus merganser* Boudreaux. Southwest. Entomol., 45(1): 89-98. <https://doi.org/10.3958/059.045.0110>
- EPPO (2022a) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
- Escobar, H, Lee, R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero (en línea). v.2. 2 ed. Bogotá, Colombia. 180 p. Consultado 22 de jul. 2016. Disponible en pdf-manual\_produccion\_de\_tomate\_-\_pag.-\_web-11-15.pdf
- GAIN Report #MX0037 “Mexico Tomato Annual Area Planted Down But Production Up,” por Flores, D. y Ford, M., aprobado por González, C. Junio 2010.
- Infoagro Systems S.L. 2016. El cultivo de tomate: Parte I. (en línea). Madrid, España. s.p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_tomateparte\\_i\\_a\\_sp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomateparte_i_a_sp)
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. Manejo integrado de plagas. Cultivo de tomate: Guía MIP (en línea). Managua, Nicaragua.
- Malais, M., Ravensberg, W. J. 1995. Conocer y reconocer la biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Koppert BV. Rotterdam. 109 p.
- Martínez, C.S.D., Muggeridge, J.D., De Souza, J.V., Carvajal, L.M., Jerez, F., Sánchez, M.E. 2016. Manual para el Cultivo de Hortalizas: Parte Especial. Recuperado de

<https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>

- Mitchell, R. 1973. Growth and population dynamics of a spider mite (*Tetranychus urticae* K., Acarina: Tetranychidae). *Ecology* 54 (6): 1349-1355.
- Monardes, H. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill): Características botánicas. Origen (en línea). Chile. Universidad de Chile 13 p. Consultado 8 oct. 2016. Disponible en [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf)
- Monjarás-Barrera, J. I., Sanchez-Peña, S. R. 2024. First record of the tomato red spider mite, *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard (Acari: Tetranychidae) in Mexico, from cultivated and wild solanaceous plants. *Acarologia*, 64(1), 164-171
- Peralta, O, Tello, V. 2011. Tabla de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melón, *Cucumis melo*. *Revista Colombiana Entomología*, 37 (1), 21-26. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882011000100004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882011000100004&lng=en&tlng=es).
- Reyes, C. 2017. Picudo del chile - *Anthonomus eugenii*. Recuperado de <https://panorama-agro.com/?p=2326>
- Ruíz, J.A., Bravo M., Ramírez O., Báez G., Álvarez C., Ramos G., Nava C., Byerly M. 2013. Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 447 p.
- SADER. 2022. México, principal exportador mundial de jitomate frescos: Agricultura. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-principal-exportador-mundial-de-jitomate-frescos-agricultura?idiom=es>
- Samaneh, Y., Hamidreza, H., Azadeh, F., Arash, E., Yaghoub, F. 2023. Eficacia de la liberación única y combinada de *Phytoseiulus persimilis*

y *Amblyseius swirskii* en diferentes proporciones de liberación para el control de *Tetranychus urticae* y *Frankliniella occidentalis* en plantas de rosas. Revista Internacional de Manejo de Plagas, 1-11.

- Sánchez, J. A. 2021. Orígenes del control biológico en pimiento en el sureste de España. PHYTOMA, 23-26.
- Serra, A. 2015. Compatibilidad del Enemigo Natural *Orius insidiosus* en Genotipos de Aji ‘Morrón’ (*Capsicum annum* L.) var. *annuum*) en Cultivos Protegidos. República dominicana: Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- SIAP. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://agroproductores.com/evolucion-produccion-pimineto-morrón-mexico/>
- SIAP. 2022. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Sinaproc. 2021. Fenómeno Hidrometeorológico Santiago Maravatío. Recuperado de Plan de contingencias temporada de lluvias y ciclones tropicales: [https://dga-ssp.guanajuato.gob.mx/atlas/hm/hm\\_santiago\\_maravatio.pdf](https://dga-ssp.guanajuato.gob.mx/atlas/hm/hm_santiago_maravatio.pdf)
- Syngenta. 2023. Semillas de Hortalizas: Pimiento Amarillo. Recuperado de <https://www.ahernseeds.com/products/stephania/?ssid=c9a925487433af64cef297781c693c1b&lang=es>
- Tanigoshi L.K., Davis R. W. An Ultrastructural Study of *Tetranychus* McDanieli Feeding injury to the Leaves of Red Delicious ‘Apple (Acari: Tetranychidae). International Journal of Acarology. Vol 4. Issue 1. Pág. 47-51.
- UNALM. 2017. Manual de cultivo de pimientos hidropónicos. Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/12/06/manual-de-cultivo-de-pimientos-hidroponicos/#:~:text=La%20siembra,>

Los%20cubos%20de&text=Durante%20la%20germinaci%C3%B3n%20se%20mantiene,m%20a%2025%2D26%C2%B0C

- USDA/FAS, reporte de exportación de Mexico a EUA, detalle de tomate fresco para consumo, 2009-2010
- Van de Vrie, McMurtry, A., Huffaker C. B. 1972. Biology, ecology, and pest status and host plants relations of tetranychids en ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. Hilgardia. Vol. 41: 343 - 432.
- Van der Blom, J. 2017. Control Biológico en cultivos hortícolas en Almería: balance después de 10 años. Sociedad Entomológica Aragonesa, 34-38.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A. 2009. Mechanisms of acaricide resistance in the two spotted spider mite *Tetranychus urticae*. In: Ishaaya, I., Horowitz, A.R. (Eds.), Biorational Control of Arthropod Pests. Springer, The Netherlands, pp. 347 - 393.
- Vera, J. E. Prado., Lagunes A.1980. Ácaros fitófagos. UACH. México. 125.4
- Zamora, J.E.G., Martínez, N.L., Guerrero, M.A., Fuentes, J.M.U., Hernández, C.A. 2008. Guía de aprendizaje. Ácaros depredadores: familia *Phytoseiidae*. Recuperado de <http://www.controlbiologico.info/index.php/es/organismos-de-control-biologico/fauna-auxiliar-iberica/acaros-depredadores-control-biologico#de-inter%C3%A9s>
- Zhang, Z.Q. 2003. Ácaros de los invernaderos: identificación, biología y control. Wallingford, Reino Unido: CAB International. Recuperado de [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=zVaSCyiK540C&oi=fnd&pg=PR9&dq=Zhang+ZQ,+2003.+Mites+of+Greenhouses:+Identificati on,+Biology+and+Control.+Wallingford,+UK:+CAB+International.&ots=dG\\_T1JbFck&sig=Cu cF7PQgXtO1JC-4cF7rIDMsr](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=zVaSCyiK540C&oi=fnd&pg=PR9&dq=Zhang+ZQ,+2003.+Mites+of+Greenhouses:+Identificati on,+Biology+and+Control.+Wallingford,+UK:+CAB+International.&ots=dG_T1JbFck&sig=Cu cF7PQgXtO1JC-4cF7rIDMsr)

## 7. ANEXOS



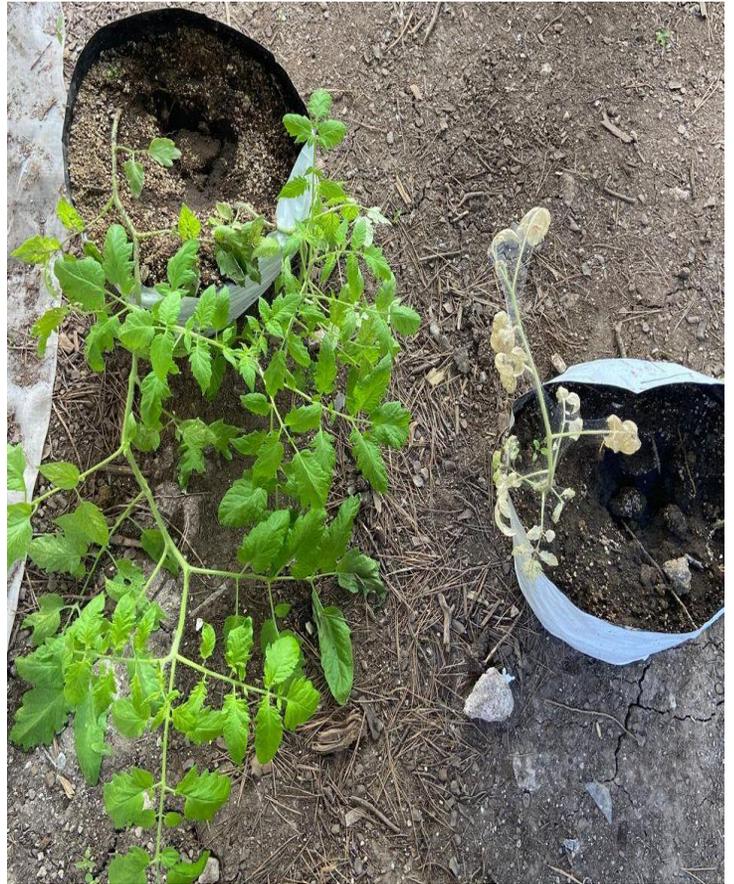
**Anexo 17.** Hilo (telaraña) de ácaros  
*T. evansi*



**Anexo 18.** Planta infestada  
por *T. evansi*.



**Anexo 19.** Foliolos dañados por *T. evansi*.



**Anexo 20.** Testigo A) vs *T. evansi* B).