

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO



Antibiosis de Dos Variedades de Tomate Silvestre Sobre el Desempeño Biológico de
Tetranychus urticae Koch

Por:

EDI ESMERALDA MIGUEL DÁVALOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Antibiosis de Dos Variedades de Tomate Silvestre Sobre el Desempeño Biológico
de Tetranychus urticae

Por:

EDI ESMERALDA MIGUEL DAVALOS


TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité Asesor:


DR. JERONIMO LANDEROS FLORES
Asesor Principal


M.C. ELSA CAROLINA LANDEROS GALVEZ
Asesor Principal Externo


DR. OSCAR ANGEL SANCHEZ FLORES
Coasesor


DR. MACOTULIO SOTO HERNANDEZ
Coasesor



DR ALBERTO SANDOVAL RANGEL
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Marzo 2026

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como 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.

Pasante



Edi Esmeralda Miguel Dávalos

Asesor Principal



Dr. Jerónimo Landeros Flores

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

A la M.C. ELSA CAROLINA LANDEROS GALVEZ, por su tiempo paciencia y orientación en el transcurso de esta investigación.

Al Dr. JERONIMO LANDEROS FLORES, por el apoyo recibido en la supervisión y colaboración en este trabajo.

Dr. OSCAR ÁNGEL SÁNCHEZ FLORES, por el apoyo en esta investigación.

Dr. MACOTULIO SOTO HERNÁNDEZ, por el gran apoyo en la investigación de este proyecto.

A MIS PROFESORES

Por compartir sus conocimientos, experiencia y vocación a lo largo de mi formación académica. Gracias por su guía, paciencia y compromiso, que fueron fundamentales para mi crecimiento profesional y personal.

A MI “ALMA TERRA MATER”

Por abrirme las puertas y acompañarme a lo largo de mi formación académica. Gracias por los conocimientos, experiencias y valores que me permitieron crecer no solo como estudiante, sino también como persona. Este trabajo es resultado de todo lo aprendido dentro de sus aulas.

A DIOS

Por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Gracias por darme la vida, la sabiduría y la paciencia para superar cada obstáculo y permitirme llegar hasta este momento tan importante.

DEDICATORIA

A mis padres

Con profundo agradecimiento dedico esta tesis al amor de mi vida, la mujer más fuerte, hermosa y admirable, mi muñequita Lú quien aparte de darme la vida ha dado parte de la suya para que yo sea lo que soy ahora, una gran persona, quien siempre ha estado conmigo en los momentos más difíciles dándome ánimo con las palabras más bonitas, sinceras y llenas de amor, quien jamás dejara que me rinda.

Mi papá Edilberto Miguel López el pilar más fuerte de mi familia, con un gran amor incondicional a pesar de la distancia, siempre alentándome a ser mejor cada día.

A mis hermanos, Diana y Edilberto los mejores compañeros que he tenido en mi vida, siempre estando para mí cuando siento que no puedo, grandes profesionistas, admirables personas y mi gran fuente de inspiración a ser mejor.

A mis pequeños sobrinos Hecdian y Alexa la gran alegría de mi corazón y mi vida.

A mi amiga de toda la carrera Guadalupe Concepción, quien siempre estuvo conmigo escuchándome y animándome incluso en los momentos más difíciles. Gracias a mi compañera de aventuras por darme la confianza que me hizo seguir adelante.

Mi amigo Edgar Daniel, por ser muy paciente conmigo y brindarme su ayuda en todo momento sin importar nada. Gracias infinitas por estar conmigo, apoyándome en el transcurso de este trabajo, por sus palabras de aliento, y por confiar siempre en mí.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	VI
RESUMEN.....	X
RESUMEN EN INGLÉS	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Historia del Tomate	4
Importancia del Tomate	4
Descripción Botánica.....	5
Características Morfológicas	5
Semilla	5
Germinación	6
Sistema Radicular.....	6
Hojas.....	6
Flor	7
Fruto.....	7
Variedades.....	7
Ácaros	8
<i>Tetranychus urticae</i>	8
Importancia y Tipo de Daño	9
Taxonomía	10
Morfología	11
Ciclo de Vida.....	11
Huevo.....	11
Larva	11
Ninfa.....	12
Adulto.....	12
Hábitos Alimenticios	14
Interacción de <i>T. urticae</i> con sus Hospederos.....	14
Mecanismos de Defensa de las Plantas	16
Antixenosis	16
Antibiosis	17
Tablas de Vida	17

Tasa Reproductiva Bruta	18
Tasa Reproductiva Neta	18
Capacidad de Crecimiento	18
Tasa Intrínseca de Crecimiento	18
Tasa Finita de Crecimiento	18
Duración de Cohorte	18
Tiempo de Generación	18
Tiempo de Duplicación	18
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Ubicación del Trabajo	19
Obtención del Ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	19
Germinación de Plántula	19
Bioensayo Antibiosis	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIÓN	25
LITERATURA CITADA	26

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 Parametros poblacionales de *Tetranychus urticae*..... ¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 Ciclo de Vida de *Tetranychus urticae* ¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 2 Factores implicados en la alimentación de *Tetranychus urticae*..... ¡Error!
Marcador no definido.

RESUMEN

El ácaro rojo de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch, es una de las plagas más importantes del cultivo de tomate debido a su alta capacidad reproductiva, corto ciclo de vida y rápida adaptación a diferentes condiciones de manejo. El uso de genotipos con resistencia inherente representa una alternativa sostenible dentro del manejo integrado de esta plaga. El objetivo del presente estudio fue evaluar la aptitud poblacional de *T. urticae* en diferentes genotipos de tomate mediante el análisis de parámetros de tabla de vida.

El experimento se realizó bajo condiciones controladas, donde se registraron los datos de supervivencia, desarrollo y fecundidad del ácaro en los genotipos evaluados. A partir de esta información se estimaron la tasa reproductiva bruta (TBR), la tasa reproductiva neta (R_0), la tasa intrínseca de incremento (r_m), la tasa finita de crecimiento (λ), el tiempo de generación (TG) y el tiempo de duplicación (T2).

Los resultados mostraron diferencias significativas en los parámetros demográficos de *T. urticae* entre los genotipos de tomate. El híbrido CID presentó los valores más altos de r_m , R_0 y λ , así como el menor tiempo de duplicación, lo que indica que es un hospedero favorable y susceptible al ácaro. En contraste, el genotipo Citlali mostró una reducción en estos parámetros y un incremento en el tiempo de duplicación, lo que sugiere un efecto de antibiosis que afecta la supervivencia y la fecundidad del ácaro. Este comportamiento confirma que la calidad del hospedero influye directamente en la dinámica poblacional de *T. urticae*.

En conclusión, el genotipo Citlali presentó características de resistencia que limitan el crecimiento poblacional del ácaro, por lo que puede considerarse como una alternativa viable dentro de programas de manejo integrado de plagas, mientras que el híbrido CID mostró alta susceptibilidad. La aplicación de tablas de vida permitió identificar de manera precisa la respuesta biológica de *T. urticae* en los diferentes genotipos y constituye una herramienta útil para la selección de materiales con potencial de resistencia.

Palabras clave: Ácaros, Antibiosis, Plantas.

RESUMEN EN INGLÉS

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is one of the most important pests in tomato cultivation due to its high reproductive capacity, short life cycle, and rapid adaptation to different management conditions. The use of genotypes with inherent resistance represents a sustainable alternative within the integrated management of this pest. The objective of this study was to evaluate the population fitness of *T. urticae* in different tomato genotypes by analyzing life table parameters.

The experiment was conducted under controlled conditions, where data on the survival, development, and fecundity of the mite in the evaluated genotypes were recorded. Based on this information, the gross reproductive rate (TBR), net reproductive rate (R_0), intrinsic growth rate (r_m), finite growth rate (λ), generation time (TG), and doubling time (T2) were estimated.

The results showed significant differences in the demographic parameters of *T. urticae* between tomato genotypes. The CID hybrid had the highest values for r_m , R_0 , and λ , as well as the shortest doubling time, indicating that it is a favorable and susceptible host for the mite. In contrast, the Citlali genotype showed a reduction in these parameters and an increase in doubling time, suggesting an antibiosis effect that affects the survival and fecundity of the mite. This behavior confirms that host quality directly influences the population dynamics of *T. urticae*.

In conclusion, the Citlali genotype showed resistance characteristics that limit the population growth of the mite, so it can be considered a viable alternative in integrated pest management programs, while the CID hybrid showed high susceptibility. The application of life tables allowed for the precise identification of the biological response of *T. urticae* in the different genotypes and constitutes a useful tool for the selection of materials with resistance potential.

Key words: Mites, Antibiosis, Plants.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia económica y alimentaria a nivel mundial, debido a su amplio consumo en fresco y procesado, así como a su alto valor nutricional. Sin embargo, su producción se ve limitada por diversos factores bióticos, entre los que destaca el ácaro rojo de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), considerado una de las plagas más importantes en sistemas de producción bajo invernadero y a campo abierto. Este ácaro presenta una alta capacidad reproductiva, corto ciclo de vida y gran potencial de adaptación, lo que le permite desarrollar rápidamente poblaciones numerosas y generar daños severos en el cultivo, reduciendo el rendimiento y la calidad del fruto.

El manejo de *T. urticae* se basa principalmente en el uso de acaricidas; sin embargo, su aplicación frecuente ha favorecido el desarrollo de resistencia, además de generar impactos negativos en el ambiente, en los enemigos naturales y en la salud humana. Ante esta problemática, el uso de genotipos de tomate con resistencia inherente se considera una alternativa viable dentro del manejo integrado de plagas. La resistencia de las plantas puede expresarse mediante mecanismos de antibiosis, antixenosis y tolerancia, los cuales afectan la supervivencia, el desarrollo y la reproducción del herbívoro.

En este contexto, el análisis de tablas de vida se ha convertido en una herramienta fundamental para evaluar la aptitud poblacional de *T. urticae* en diferentes hospederos, ya que permite cuantificar parámetros demográficos como la tasa reproductiva bruta (TBR), la tasa reproductiva neta (R_0), la tasa intrínseca de incremento (r_m), la tasa finita de crecimiento (λ), el tiempo de generación y el tiempo de duplicación. Estos parámetros proporcionan información precisa sobre la capacidad de crecimiento de la población y permiten identificar materiales susceptibles o con efecto restrictivo sobre la biología del ácaro.

Diversos estudios han demostrado que la calidad nutricional del hospedero, la presencia de compuestos aleloquímicos, la densidad de tricomas y la activación de rutas de defensa vegetal, como las mediadas por ácido jasmónico y ácido salicílico, influyen directamente en el desempeño biológico de *T. urticae*. En genotipos menos favorables se han registrado reducciones en la fecundidad, aumento en el tiempo de desarrollo y disminución en los valores de r_m y R_0 , lo que limita el crecimiento poblacional del ácaro.

Por lo tanto, la evaluación de genotipos de tomate mediante parámetros de tabla de vida permite identificar materiales con potencial de resistencia y contribuir al diseño de estrategias sostenibles de manejo. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la aptitud poblacional de *Tetranychus urticae* en diferentes genotipos de tomate mediante el análisis de parámetros demográficos, con el fin de identificar materiales susceptibles y genotipos con efecto restrictivo que puedan ser utilizados como herramienta dentro del manejo integrado de esta plaga.

OBJETIVOS

Objetivo General

Comparar el efecto de la antibiosis entre dos variedades de tomate silvestre y un híbrido comercial sobre los parámetros demográficos poblacionales de *Tetranychus urticae*.

Objetivos Específicos

- Determinar la duración de los estadios de desarrollo y la supervivencia de *Tetranychus urticae* en dos variedades de tomate silvestre y un híbrido comercial.
- Cuantificar la fecundidad y longevidad de *Tetranychus urticae* en cada material vegetal evaluado.
- Estimar los parámetros demográficos poblacionales de *Tetranychus urticae* (R_0 , r_m , λ , T y DT) mediante tablas de vida en cada material vegetal.
- Comparar el efecto de la antibiosis de los genotipos vegetales sobre el crecimiento poblacional de *Tetranychus urticae*.

Hipótesis de Investigación

Las variedades de tomate silvestre presentan mayor antibiosis que el híbrido comercial, afectando negativamente el desempeño biológico y los parámetros demográficos poblacionales de *Tetranychus urticae*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Historia del Tomate

El origen último del tomate moderno se remonta a Sudamérica estudios previos han propuesto que el tomate silvestre de fruto rojo *Solanum pimpinellifolium* L. (SP) fue domesticado en Sudamérica, dando origen a *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (SLC), y que posteriormente este último dio lugar a *Solanum lycopersicum* L. en Mesoamérica, a través de procesos sucesivos de mejoramiento que permitieron su difusión a nivel mundial (Ángel *et al.*, 2016). Recientemente, un nuevo estudio ha revelado y confirmado la historia del tomate desde Sudamérica, mostrando su evolución desde frutos del tamaño de una mora hasta los grandes frutos que se consumen actualmente (Ángel *et al.*, 2016).

La historia de la domesticación del tomate se representa generalmente como un proceso de dos etapas, con un incremento en el tamaño del fruto desde *S. pimpinellifolium* (SP), con frutos del tamaño de una mora, hasta *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (SLC), de tamaño similar a un tomate cherry, y finalmente hasta los tomates cultivados de gran tamaño *Solanum lycopersicum* (SL) consumidos en todo el mundo (Razifard *et al.*, 2020).

Importancia del Tomate

El tomate se encuentra entre las hortalizas más cultivadas a nivel mundial y son ampliamente valoradas tanto por su sabor característico como por su alto valor nutricional. Destacan por su contenido de azúcares solubles, ácidos orgánicos, polifenoles, carotenoides, aminoácidos y otros compuestos esenciales que contribuyen a la calidad del fruto y a sus beneficios para la salud (Wang *et al.*, 2022).

China se posiciona como el principal productor de tomate a nivel mundial (FAOSTAT, 2026). Para el año 2023 el país registro una producción superior a 68 millones de toneladas, una cifra que lo colocó muy por encima del resto de las naciones en cuanto a volumen total de producción (FAOSTAT, 2026). A nivel mundial, los principales países importadores de tomate son Estados Unidos de América, Alemania y Francia. México

se posiciona como el mayor exportador de tomate fresco y refrigerado en el mundo. En 2023, la producción nacional fue de 3.64 millones de toneladas, según datos del SIAP. Además, la Secretaría de Economía reportó ingresos por exportaciones de jitomate por 2,787 millones de dólares, siendo Estados Unidos de América el principal destino de este producto (SIAP, 2026). En 2020, en el estado de Coahuila, específicamente en la Comarca Lagunera, ubicada en el norte-centro de México, se registró una superficie cosechada de 984 hectáreas de tomate, con una producción total de 138 036 toneladas, donde la agricultura protegida bajo malla sombra fue el sistema de producción predominante (SIAP, 2026).

Descripción Botánica

Según (Valadez, 1998), menciona que el tomate se ha clasificado en:

Familia: Solanacea

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum lycopersicum*

Nombre común: Jitomate o tomate

Características Morfológicas

El género *Solanum* está conformado por un número reducido de especies, todas de tipo herbáceo, que pueden presentar diversas formas y tamaños. Estas variaciones dependen en gran medida de los métodos de cultivo empleados, ya que algunas variedades pueden desarrollarse hasta alcanzar alturas de aproximadamente 3 metros (Ortega *et al.*, 2024).

Semilla

La semilla del tomate presenta una forma ovalada y un tamaño promedio de 3.5 mm de longitud. Está compuesta por el embrión, cuya función es dar origen a la planta adulta; este incluye la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. Además, la semilla contiene endospermo, el cual aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta protectora es de color café pálido y

cumple la función de proteger la semilla contra daños mecánicos y patógenos; se caracteriza por ser dura e impermeable (Wang *et al.*, 2024).

Germinación

Durante la germinación pueden distinguirse tres etapas principales. En la primera, con una duración aproximada de 12 horas, la semilla presenta una rápida absorción de agua. Posteriormente, se desarrolla un segundo periodo de alrededor de 40 horas, en el cual no se observan cambios evidentes en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla. Finalmente, la semilla reanuda la absorción de agua, dando inicio a la fase de crecimiento, la cual se caracteriza por la emergencia de la radícula (Alvarez, 2000).

Sistema Radicular

Está conformado por una raíz principal, generalmente corta y de desarrollo limitado, acompañada por numerosas raíces secundarias, que son más abundantes y vigorosas, así como por raíces adventicias, las cuales contribuyen a una mayor absorción de agua y nutrientes (Torres, 2023).

Si se realizara un corte transversal de la raíz principal, de la parte externa hacia el interior se distinguirían la epidermis, donde se localizan los pelos absorbentes especializados en la absorción de agua y nutrientes; el córtex, y finalmente el cilindro central, en el que se encuentra la xilema, formado por vasos especializados en el transporte de agua y nutrientes hacia el resto de la planta (Gorini, 2018).

Hojas

Las hojas del tomate son compuestas y están formadas generalmente por siete o nueve folíolos, aunque en algunos casos pueden presentar hasta once. Estos folíolos son de forma irregular, con bordes lobulados o dentados, y se disponen de manera alterna a lo largo del raquis. Al igual que el resto de las partes verdes de la planta, las hojas están cubiertas por pelos glandulares, los cuales, al ser tocados o dañados, liberan una sustancia viscosa de color ocre y de olor característico (Wang *et al.*, 2024). Estas secreciones cumplen una función protectora, ya que ayudan a reducir el ataque

de insectos y patógenos, además de disminuir la pérdida de agua, contribuyendo así a la adaptación de la planta a diferentes condiciones ambientales.

Flor

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina, ya que presenta órganos masculinos y femeninos en la misma estructura y el ovario se encuentra en posición superior. Está compuesta generalmente por cinco sépalos y un número equivalente de pétalos de color amarillo intenso, aunque en algunas variedades este número puede ser mayor. Los pétalos se disponen de forma helicoidal, con un ángulo aproximado de 135° , lo que favorece una adecuada apertura floral (Torres, 2023).

El androceo está constituido por un número igual de estambres, cuyos filamentos son cortos y cuyas anteras se encuentran soldadas entre sí, formando un cono estaminal que rodea completamente al gineceo. Esta disposición facilita la autopolinización, característica predominante del cultivo de tomate, aunque también puede presentarse polinización cruzada en menor proporción (Gorini, 2018).

Fruto

El fruto del tomate es una baya carnosa, que puede presentar dos o varios lóculos, dependiendo de la variedad y del número de carpelos que conforman el ovario. Su peso es muy variable, ya que puede ir desde unos pocos gramos en variedades silvestres o tipo cherry, hasta más de 600 g en cultivares de fruto grande (Gorini, 2018).

Variedades

El uso de variedades resistentes constituye una estrategia clave dentro del manejo integrado de plagas, ya que reduce de manera significativa, aunque no total la necesidad de aplicar plaguicidas (Appel *et al.*, 2014).

Esta disminución en el uso de agroquímicos contribuye a preservar las poblaciones de enemigos naturales, como depredadores y parasitoides, que desempeñan un papel fundamental en la regulación biológica de las plagas. Al favorecer la supervivencia y actividad de estos organismos benéficos, se promueve un agro ecosistema más

equilibrado y sostenible, se reduce la presión de selección sobre las plagas y se minimizan los impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana (Desneux *et al.*, 2007).

Ácaros

Los ácaros pertenecen al subfilo Chelicerata, el segundo grupo más grande de animales terrestres dentro de los artrópodos. Los quelicerados constituyen una de las ramas más antiguas de este filo e incluyen a los Pycnogonida, Xiphosura (cangrejos herradura) y Arachnida, grupo que abarca a escorpiones, arañas y los Acari (ácaros y garrapatas) (Rouck *et al.*, 2023).

Dentro de Acari, *Tetranychus urticae* se clasifica en el orden Acariformes, cuyos primeros registros fósiles datan del Devónico inferior, hace aproximadamente 410 millones de años. Los ácaros representan el clado más diverso de los quelicerados, con más de 40 000 especies descritas, y presentan una amplia variedad de estilos de vida, que incluyen formas parásitas, depredadoras y herbívoras. Algunas especies tienen además una importancia significativa para la salud humana (Grbić *et al.*, 2011).

Tetranychus urticae

Tetranychus urticae, mejor conocida como araña roja de dos manchas es una plaga agrícola cosmopolita ampliamente distribuida en el mundo y pertenece al grupo de los ácaros tejedores de telarañas (Rouck *et al.*, 2023).

Su nombre común hace referencia a su notable capacidad para producir finas telarañas similares a la seda, las cuales cumplen múltiples funciones: permiten la formación de colonias, ofrecen protección frente a condiciones ambientales adversas, sirven como refugio contra depredadores, facilitan la comunicación mediante feromonas y actúan como un medio eficaz de dispersión (Grbić *et al.*, 2011).

Importancia y Tipo de Daño

Tetranychus urticae es considerado uno de los artrópodos herbívoros más polífagos y dañinos a nivel agrícola, debido a su capacidad para alimentarse de más de 1,100 especies de plantas, pertenecientes a más de 140 familias botánicas, incluidas aquellas que producen metabolitos secundarios tóxicos como alcaloides, terpenoides y compuestos fenólicos (Migeon *et al.*, 2010). Esta gran capacidad para alimentarse de diferentes plantas se debe, en gran parte, a que *Tetranychus urticae* cuenta con un sistema enzimático eficiente que le permite neutralizar sustancias tóxicas, lo que facilita su adaptación a diversos hospederos y condiciones ambientales (Van *et al.*, 2016). La mayoría de los ácaros que atacan a los cultivos, se alimentan del contenido celular en el envés de las hojas. Utilizando el estilete para perforar la epidermis y succionando la savia, lo que daña directamente los tejidos de la planta. Este tipo de alimentación provoca síntomas visibles: enroscamiento de hojas, clorosis, debilitamiento en general y, si la infestación es fuerte, defoliación completa. en frutales y hortalizas, los ácaros llegan a afectar la forma y calidad de los frutos, retrasar su maduración y reducir considerablemente la producción (Flores *et al.*, 2011).

Además de su amplio rango de plantas hospedantes, *T. urticae* presenta características biológicas que favorecen su éxito como plaga, tales como un ciclo de vida corto, altas tasas reproductivas, reproducción partenogenética y una notable capacidad para desarrollar resistencia a plaguicidas (Esmaeel *et al.*, 2018). Estas cualidades facilitan el establecimiento de poblaciones densas en periodos cortos de tiempo, especialmente bajo condiciones favorables de alta temperatura y baja humedad relativa, comunes en sistemas de producción intensiva (Adesanya *et al.*, 2021). Su presencia provoca pérdidas en el rendimiento y calidad de los cultivos, incrementa los costos de producción por el uso frecuente de medidas de control y puede generar impactos negativos en el manejo integrado de plagas, especialmente por el desarrollo de resistencia a acaricidas (Esmaeel *et al.*, 2018). Como consecuencia, esta especie representa una plaga de gran importancia económica tanto en cultivos de invernadero como en campo abierto, donde provoca daños

directos al alimentarse del contenido celular de las hojas, generando clorosis, necrosis, reducción de la fotosíntesis y defoliación, lo que se traduce en una pérdida en los cultivos. Entre los más afectados se encuentran tomate, pimiento, pepino, fresa, maíz, soya, manzano, vid y cítricos, entre muchos otros de importancia agrícola y hortícola (Grbić *et al.*, 2011).

Taxonomía

Según Krantz (2009), el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch) se clasifica en los siguientes taxa:

Phyllum - Arthropoda

Subphyllum - Chelicerata

Clase - Acarida

Orden - Acariformes

Suborden - Prostigmata

Superfamilia -Tetranychoidae

Familia -Tetranychidae

Subfamilia -Tetranychinae

Tribu - Tetranychini

Género -*Tetranychus*

Especie -*T. urticae*

Morfología

Tetranychus urticae es un arácnido y, a diferencia de los insectos, su cuerpo no está dividido en cabeza, tórax y abdomen. En su lugar, presenta dos regiones principales claramente diferenciadas: el gnatosoma y el idiosoma (Dhooria, 2016).

El gnatosoma corresponde a la parte frontal del cuerpo y contiene exclusivamente las piezas bucales, formadas por un par de quelíceros y pedipalpos, entre los cuales se localiza la abertura bucal. Estas estructuras están especializadas para la alimentación (Vacante, 2016). El idiosoma comprende el resto del cuerpo y cumple funciones equivalentes a la cabeza, el tórax y el abdomen de los insectos. Ambas regiones están separadas por un surco poco visible, pero bien definido. Aunque el idiosoma no presenta una segmentación externa evidente, se distinguen dos zonas: la parte anterior denominada propodosoma y la posterior conocida como histerosoma (Migeon *et al.*, 2007).

Ciclo de Vida

El ciclo de vida de *T. urticae* consta de 5 estados de desarrollo. Cuatro de ellos corresponden a estados inmaduros, mientras que el último corresponde al adulto (Figura 1). En orden de desarrollo son: huevo, larva, ninfa (protoninfa y deutoninfa) y adulto (Krantz, 2009).

Huevo

El huevo es esférico, con una superficie lisa, de color blanquecino, oscureciéndose y gradualmente cambiando de color a uno más amarillento en el transcurso de su desarrollo, midiendo entre 0.12 – 0.14 mm de diámetro (Hong *et al.*, 2024).

Larva

Presenta una forma esférica y, en las primeras etapas de su vida, es incolora y transparente. Conforme se desarrolla, su coloración cambia y puede variar de verde claro a amarillo, marrón o verde oscuro, dependiendo del tipo de alimentación que tenga. Se distingue fácilmente por dos manchas oscuras características en el dorso

del tórax. Además, cuenta con tres pares de patas y ojos de color rojo visibles. Su tamaño es muy pequeño, ya que mide aproximadamente 0.15 mm de longitud (Casuso *et al.*, 2020).

Ninfa

Presenta dos estadios ninfales: protoninfa y deutoninfa. En ambos estadios, las ninfas conservan una coloración similar a la de las larvas; sin embargo, conforme avanzan en su desarrollo, las manchas oscuras ubicadas en los laterales del dorso se vuelven más grandes y mejor definidas (Vacante, 2016). En esta etapa ya cuentan con cuatro pares de patas. La principal diferencia entre la protoninfa y la deutoninfa es el tamaño, siendo la deutoninfa notablemente más grande. Además, durante este estadio es posible distinguir cuáles ninfas darán origen a hembras y cuáles a machos: las futuras hembras se reconocen por ser de mayor tamaño, más voluminosas y con una forma más redondeada (Casuso *et al.*, 2020). Una característica distintiva de esta especie es la presencia de dos manchas oscuras a cada lado del cuerpo. Estas manchas no son permanentes, ya que se forman por la acumulación de desechos alimenticios en el intestino, por lo que pueden no observarse en ácaros recién mudados hasta que comienzan a alimentarse (Kavousi *et al.*, 2009). Los machos presentan un tamaño ligeramente menor que las hembras y una coloración salmón rojiza. Además, su cuerpo es más estrecho hacia la parte posterior, lo que les da un extremo caudal más puntiagudo, y a diferencia de las hembras, no muestran las manchas oscuras laterales (Peter y Edde, 2022). La morfología de los distintos estadios de desarrollo de *T. urticae* fue descrita de manera detallada por McGregor y McDonough (1917), quienes establecieron las bases para la identificación de esta especie a lo largo de su ciclo de vida (Peter y Edde, 2022).

Adulto

Los machos adultos de *Tetranychus urticae* son más pequeños que las hembras y presentan un cuerpo más alargado y estrecho, con la parte posterior del abdomen ligeramente puntiaguda. Esta forma corporal les permite distinguirse fácilmente de las

hembras durante la observación. En contraste, las hembras adultas son muy pequeñas, con una longitud aproximada de entre 0.4 y 0.6 mm y un ancho de 0.25 a 0.30 mm. Su cuerpo es más ancho y de forma ovalada. La coloración más común en las hembras es roja o marrón rojiza, aunque también pueden encontrarse individuos de otros colores, como verde, verde amarillento, translúcido, blanco o casi negro. En esta especie, el dimorfismo sexual se observa principalmente en el tamaño, la forma del cuerpo y la coloración, siendo las hembras más grandes y ovaladas, mientras que los machos son más pequeños y presentan el abdomen más puntiagudo (Casuso *et al.*, 2020).

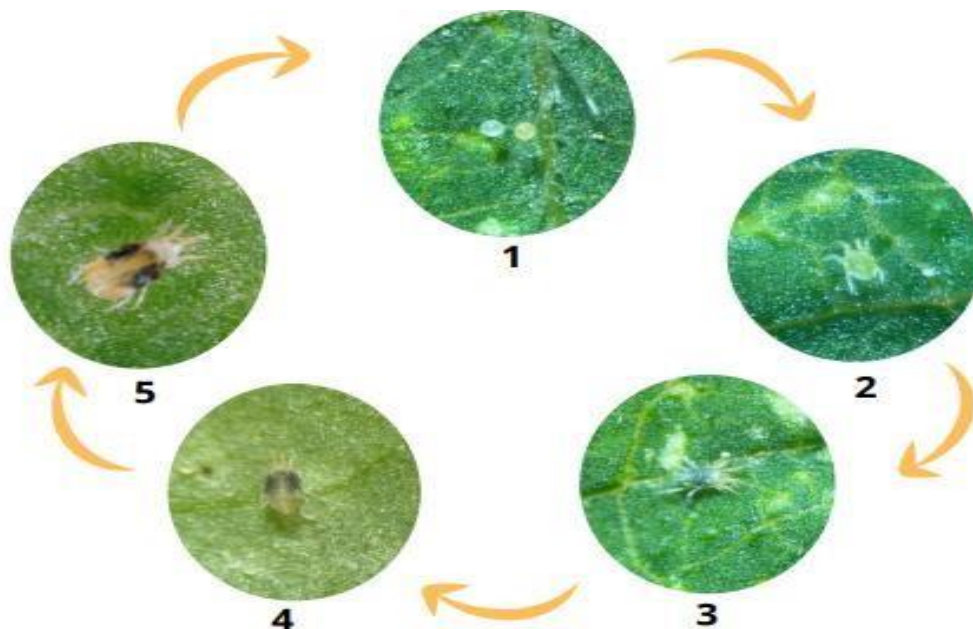


Figura 1. Ciclo de Vida de *Tetranychus urticae*. 1) Huevo; 2) Ninfa recién eclosionada; 3) Protoninfa recién mudada; 4) Deutoninfa madura justo antes de la muda final; 5) Hembra adulta pigmentación característica de la especie.

Hábitos Alimenticios

El uso de variedades de plantas resistentes constituye una herramienta fundamental en el control de *Tetranychus urticae*, ya que permite reducir el establecimiento y desarrollo de sus poblaciones sin recurrir exclusivamente al uso de plaguicidas (Manresa *et al.*, 2024). Este enfoque se considera un componente clave del Manejo Integrado de Plagas (MIP), al contribuir a un control más sostenible y compatible con otras estrategias, como el control biológico y cultural (Zehnder *et al.*, 2007).

La resistencia de las plantas frente a esta plaga puede manifestarse a través de distintos mecanismos de defensa, entre los que destacan la antixenosis, la antibiosis y la tolerancia, los cuales pueden actuar de manera independiente o combinada (Wu *et al.*, 2010). La antixenosis se refiere a características de la planta que reducen la preferencia del ácaro por alimentarse, ovipositar o colonizar el hospedero. La antibiosis implica efectos negativos directos sobre la biología del ácaro, como disminución en la supervivencia, fecundidad o desarrollo. Por su parte, la tolerancia permite que la planta soporte el daño causado por la plaga sin presentar pérdidas significativas en su crecimiento o rendimiento (Kant *et al.*, 2015).

Interacción de *T. urticae* con sus Hospederos

Las plantas se encuentran de manera constante expuestas a una combinación de estrés abiótico (como sequía, temperatura o salinidad) y estrés biótico (patógenos y plagas), lo que genera una intensa presión de selección evolutiva. Esta presión ha conducido al desarrollo de mecanismos adaptativos que permiten a las plantas equilibrar el crecimiento, la reproducción y la defensa (Kant *et al.*, 2015).

En el contexto de la interacción con patógenos y organismos herbívoros, las plantas han evolucionado estrategias de defensa altamente sofisticadas que les permiten sobrevivir y mantener su aptitud biológica. Estas estrategias incluyen tanto defensas constitutivas, que están presentes de manera permanente, como defensas inducibles, que se activan en respuesta al ataque. La combinación y regulación de estos

mecanismos permite a las plantas responder de forma eficiente a las amenazas sin comprometer excesivamente su desarrollo y productividad (Karley *et al.*, 2015).

El contacto del artrópodo con la planta, la alteración de las células vegetales y la liberación de sustancias químicas propias del herbívoro desencadenan una respuesta defensiva rápida y específica por parte de la planta (Shoorooei *et al.*, 2018).

En este proceso, no solo el daño físico es importante, sino también diversas señales asociadas a la actividad de insectos y ácaros, como su comportamiento durante la alimentación, las vibraciones que se producen al alimentarse, las secreciones orales y los fluidos liberados durante la oviposición, los cuales contienen compuestos específicos. Estas señales pueden activar o, en algunos casos, suprimir los mecanismos de defensa de la planta, influyendo directamente en la intensidad y el tipo de respuesta defensiva que se genera (Santamaria *et al.*, 2018).

Rosa-Díaz *et al.* (2024) demostraron que las plantas utilizan el cierre de las estomas, regulado por el ácido abscísico (ABA), como un mecanismo de defensa frente a la infestación por *Tetranychus urticae*. Los autores observaron que, cuando las plantas son atacadas por ácaros, las estomas se cierran rápidamente, lo que limita el daño causado por el herbívoro. Al mismo tiempo, la infestación activa la producción de varias hormonas de defensa, entre ellas los ácidos jasmónico, salicílico y abscísico, las cuales participan de manera coordinada en la respuesta defensiva de la planta (Figura 1).

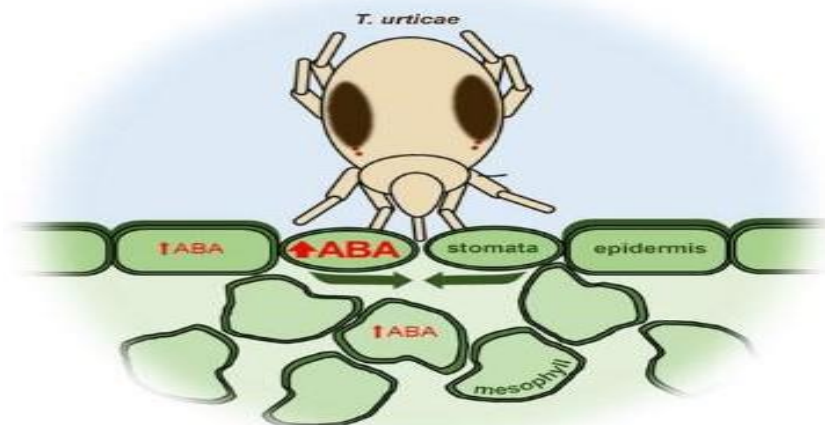


Figura 2. Factores implicados en la alimentación de *Tetranychus urticae*. El ácaro elicitaba una respuesta de defensa en la planta que consiste en el cierre de estomas para impedir la alimentación del herbívoro, dicho proceso se encuentra mediado por el ácido abscísico (ABA).

Mecanismos de Defensa de las Plantas

Las plantas cuentan con dos estrategias defensivas principales para hacer frente al ataque de insectos herbívoros. En una primera estrategia, actúan de manera preventiva al emitir sustancias químicas volátiles específicas que funcionan como señales de rechazo. Estos compuestos pueden repeler a los insectos, dificultar su reconocimiento de la planta como hospedera y evitar la ovoposición, reduciendo así el establecimiento de la plaga (Palial *et al.*, 2022).

En una segunda estrategia, que se activa cuando los insectos ya se alimentan de los tejidos vegetales, las plantas responden mediante la producción de sustancias antibióticas, principalmente metabolitos secundarios. Estos compuestos afectan directamente la biología del insecto al interferir con su fisiología, provocar alteraciones en el desarrollo, reducir su capacidad reproductiva y, en muchos casos, incrementar la mortalidad. De esta manera, la planta limita el daño causado por el herbívoro y disminuye el crecimiento de su población (Al-khayri *et al.*, 2023).

Antixenosis

Las plantas han desarrollado diversos mecanismos de antixenosis para protegerse del ataque de ácaros fitófagos, los cuales actúan principalmente evitando su establecimiento, alimentación y oviposición. Entre estos mecanismos se encuentran estructuras físicas como los tricomas glandulares y no glandulares, la presencia de ceras epicuticulares y el engrosamiento de la cutícula foliar, que dificultan el desplazamiento, la fijación y la alimentación de los ácaros sobre la superficie de la hoja (Therezan *et al.*, 2021). Además, las plantas emiten sustancias químicas volátiles que funcionan como señales de rechazo o alteran el comportamiento del ácaro. Entre estos compuestos se incluyen el etileno (ET), fenoles, sesquiterpenos y el salicilato de metilo

(MeSA), los cuales pueden repeler a los ácaros, reducir su preferencia por la planta hospedera o interferir en la selección del sitio de alimentación y oviposición (Ninkovic *et al.*, 2021).

Antibiosis

La antibiosis es un mecanismo de defensa mediante el cual las plantas producen y acumulan metabolitos secundarios tóxicos, proteínas defensivas o lectinas que actúan directamente sobre la biología de los herbívoros. En el caso de los ácaros fitófagos, como *Tetranychus urticae*, estos compuestos interfieren con procesos fisiológicos esenciales, tales como la digestión, el metabolismo energético, la regulación hormonal y el desarrollo normal de los distintos estadios del ácaro (Zhou *et al.*, 2023).

La acción antibiótica puede manifestarse como una reducción en la tasa de alimentación, retrasos en el desarrollo, disminución de la fecundidad, alteraciones en la oviposición o un aumento significativo de la mortalidad. Entre los compuestos comúnmente asociados con la antibiosis frente a ácaros se encuentran fenoles, alcaloides, terpenoides, flavonoides, inhibidores de proteasas y lectinas (Bakhtiari *et al.*, 2020).

Tablas de Vida

La elaboración de tablas de vida y fertilidad permite comprender la dinámica poblacional, así como las tasas de supervivencia y reproducción de una especie. Además, estas tablas facilitan el estudio de aspectos clave de su biología, como el tiempo de desarrollo y la fecundidad (Cividanes *et al.*, 2002).

Las tablas de vida resumen de forma numérica y sintética las principales características de una población y constituyen una herramienta básica para el diseño de estrategias de control. En particular, son útiles para evaluar el impacto de los enemigos naturales en programas de control biológico, ya que al comparar poblaciones con y sin enemigos naturales es posible cuantificar su efecto mediante parámetros demográficos (María *et al.*, 2017).

El parámetro de las tablas de vida de los ácaros plaga en el cultivo de tomate aportan información clave para comprender su dinámica poblacional, supervivencia y capacidad reproductiva (Abdel-Khalek *et al.*, 2019).

El conocimiento de estos parámetros permite predecir brotes poblacionales, evaluar la adaptación del ácaro al hospedante y diseñar estrategias de manejo integrado más eficientes, orientadas a reducir el daño al cultivo y optimizar el uso de medidas de control (Ahmed *et al.*, 2024). Los parámetros principales a considerar son:

Tasa Reproductiva Bruta: es el número total de hijas hembras que produciría una hembra durante toda su vida, sin considerar la mortalidad.

Tasa Reproductiva Neta: es el número promedio de hijas que deja una hembra al final de su vida

Capacidad de Crecimiento: es la máxima velocidad a la que una población puede crecer bajo condiciones ideales (sin depredadores, sin limitantes de alimento, etc.).

Tasa Intrínseca de Crecimiento: es la velocidad real de crecimiento de la población por individuo y por unidad de tiempo considerando supervivencia y reproducción.

Tasa Finita de Crecimiento: es el factor por el cual la población se multiplica por unidad de tiempo.

Duración de Cohorte: es el tiempo total desde el nacimiento del primer individuo del cohorte hasta la muerte del último. (la longevidad de la población).

Tiempo de Generación: es el tiempo promedio que transcurre desde el nacimiento de los padres hasta el nacimiento de sus hijas. (Indica qué tan rápido se renueva la población).

Tiempo de Duplicación: es el tiempo que tarda la población en duplicarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Trabajo

Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de Taxonomía de Insectos y Ácaros de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N), en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Obtención del Ácaro *Tetranychus urticae*

El ácaro *T. urticae* fue colectado en diferentes cultivos de la universidad y posteriormente trasladado a la cámara ubicada en el Departamento de Parasitología. Los individuos se establecieron en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con el fin de mantener y reproducir la colonia, proporcionando condiciones controladas de temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo.

Germinación de Plántula

Para la germinación de las plántulas de tomate se utilizó una charola de polietileno con 220 cavidades, en la cual se sembraron aproximadamente 20 semillas por variedad. Las semillas son variedades silvestres del estado de Veracruz (Citlalli y Antigua), proporcionadas por el asesor a cargo. La siembra se realizó bajo condiciones controladas, garantizando una adecuada humedad y temperatura para favorecer una germinación uniforme. Una vez las plántulas tuvieron una altura aproximadamente de 10 cm fueron trasplantadas a bolsas de 1 litro hasta tener una altura de 30 cm.

Bioensayo Antibiosis

Para la obtención de un cohorte, se colocaron 100 hembras en una caja petri con papel filtro, las cuales se mantuvieron durante 24 horas para permitir la oviposición. Transcurrido este periodo, las hembras fueron retiradas, quedando únicamente los huevos que conformaron el cohorte. Una vez que los individuos alcanzaron el estado adulto, se esperó a la copula y posteriormente se separaron las hembras para ser transferidas a cajas Petri de 60 ml para su evaluación.

Para la evaluación de las hembras se utilizó la técnica modificada de hoja-arena (Abousetta *et al.*, 1987), la cual consiste en colocar una almohadilla de algodón debajo de un círculo de papel filtro cortado del mismo tamaño de la almohadilla de algodón humedecida dentro de una caja Petri previamente limpia y desinfectada. Sobre ésta se dispusieron hojas enteras de jitomate, y en cada caja se introdujo una hembra recién copulada. Cada unidad experimental fue debidamente identificada mediante un número consecutivo y la variedad correspondiente.

Cada 24 horas se realizó el registro del número de hembras vivas, muertas y desaparecidas, así como el conteo de huevos y, posteriormente, de los distintos estados de desarrollo: larvas, protoninfas, deutoninfas y adultos.

Este procedimiento se llevó a cabo hasta la muerte de la última hembra adulta de cada variedad evaluada. Posteriormente, los datos obtenidos fueron organizados y analizados mediante el programa **R**, el cual permitió procesar la información y calcular los parámetros poblacionales correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Parámetros poblacionales de *Tetranychus urticae*. Evaluación de la antibiosis de tres materiales de tomate: dos especies silvestres (Antiguo y Citlali) y un híbrido comercial (CID). En ella se comparan indicadores demográficos.

Parámetros poblacionales		Especies silvestres		Hibrido
		Antiguo	Citlali	CID
Tasa Reproductiva Bruta	TBR	141	74	41.52
Tasa Reproductiva Neta	R_0	1.5843	1.4030	2.0250
Capacidad de Crecimiento	r_c	0.0413	0.0355	0.0502
Tasa Intrínseca de Crecimiento	r_m	0.0415	0.0355	0.0513
Tasa Finita de Crecimiento	λ	1.0424	1.0361	1.0526
Duración del Cohorte (días)	Tc	16.0000	11.0000	27.0000
Tiempo de Generación (días)	TG	11.1383	9.5426	14.0432
Tiempo de Duplicación	T2	16.7023	19.5253	13.5116

El genotipo Citlali presentó un desempeño poblacional intermedio. Mostró una tasa reproductiva bruta moderada ($TBR = 74$) y una tasa reproductiva neta de $R_0 = 1.40$, lo que indica un crecimiento poblacional positivo, aunque limitado. Asimismo, la tasa intrínseca de crecimiento ($r_m = 0.0355$) y la tasa finita ($\lambda = 1.0361$) fueron menores en comparación con CID, lo que evidenció un incremento poblacional más lento. El tiempo generacional fue relativamente corto ($T^G = 9.54$ días), lo que sugiere un desarrollo rápido; sin embargo, el tiempo de duplicación ($T_2 = 19.5$ días) fue mayor, indicando una menor velocidad de expansión de la población. Por otro lado, la duración de la cohorte ($T^c = 11$ días) fue la más corta, lo que sugiere una menor supervivencia. En conjunto, estos resultados indican que Citlali disminuye el desempeño poblacional y ejerce un efecto negativo moderado sobre la aptitud del organismo.

El genotipo Antiguo registró la mayor tasa reproductiva bruta ($TBR = 141$), lo que reflejó un alto potencial de fecundidad en condiciones ideales, es decir, sin considerar la mortalidad. Sin embargo, la tasa reproductiva neta fue moderada ($R_0 = 1.58$), lo que indica que la supervivencia redujo el potencial reproductivo real de la población. La tasa intrínseca de crecimiento ($r_m = 0.0415$) y la tasa finita ($\lambda = 1.0424$) mostraron un crecimiento poblacional positivo, aunque menor en comparación con el genotipo CID. El tiempo generacional fue de 11.14 días y el tiempo de duplicación de 16.7 días, valores intermedios que reflejan una dinámica poblacional moderada. Asimismo, la duración de la cohorte ($T_c = 16$ días) también presentó un comportamiento intermedio. En conjunto, estos resultados indican que el genotipo Antiguo permite el crecimiento poblacional de *Tetranychus urticae*, pero en menor magnitud que el genotipo comercial, lo que sugiere la presencia de un efecto de resistencia parcial.

El genotipo CID mostró la mayor capacidad de crecimiento poblacional. Aunque presentó la menor tasa reproductiva bruta ($TBR = 41.52$), registró la mayor tasa reproductiva neta ($R_0 = 2.02$), lo que indica que la alta supervivencia compensó la baja fecundidad potencial. Además, presentó la mayor tasa intrínseca de crecimiento ($r_m = 0.0513$) y la mayor tasa finita ($\lambda = 1.0526$), lo que refleja un incremento poblacional rápido. El tiempo de duplicación fue el más corto ($T_2 = 13.5$ días), confirmando su alto desempeño poblacional. El tiempo generacional fue de 14.04 días y la duración de la cohorte de 27 días, lo que sugiere mayor supervivencia y longevidad. En conjunto, estos resultados indican que CID es el hospedero más favorable para el desarrollo poblacional. Este material permite que *Tetranychus urticae* se desarrolle y se reproduzca con mayor facilidad, favoreciendo un incremento poblacional más rápido, por lo que puede considerarse susceptible. Este comportamiento es similar al observado en algunos cultivares de fresa (Razmjou *et al.*, 2009). Donde los valores elevados de r_m , R_0 y λ se relacionaron con hospederos que ofrecían mejores condiciones nutricionales y, por lo tanto, ejercían un menor efecto restrictivo sobre la biología del ácaro.

En comparación con el genotipo comercial susceptible, los materiales nativos limitaron el desempeño poblacional, causando mayor antibiosis en los ácaros. Citlali destaca como el genotipo de mayor efecto restrictivo, seguido por Antiguo y por último CID, siendo el más susceptible a la infestación por ácaros.

La variación en los parámetros demográficos de *Tetranychus urticae* entre los genotipos evaluados confirma que la calidad del hospedero influye directamente en la aptitud poblacional del ácaro. La activación de mecanismos de defensa vegetal, como las rutas de ácido jasmónico y ácido salicílico inducidas en tomate tras la infestación por *T. urticae*, puede modificar la supervivencia, el desarrollo y la fecundidad del herbívoro (Kawazu *et al.*, 2012). En este contexto, los materiales que reducen los valores de r_m y R_0 podrían estar asociados a una mayor expresión de estas vías de defensa.

En el presente estudio, el híbrido CID registró los valores más altos de r_m , λ y R_0 , así como el menor tiempo de duplicación, lo que indica que proporciona condiciones favorables para el desarrollo y reproducción del ácaro, por lo que puede considerarse susceptible. Este comportamiento coincide con lo reportado en cultivares de fresa, donde los valores elevados de r_m , R_0 y λ se asociaron con hospederos de mayor calidad nutricional y menor efecto restrictivo sobre la biología del ácaro (Razmjou *et al.*, 2009). De manera similar, en manzano, los cultivares susceptibles presentaron mayores tasas de incremento poblacional y menores tiempos de duplicación, lo que refleja una mayor aptitud del ácaro, mientras que los materiales menos favorables mostraron reducciones en estos parámetros (Ouassat *et al.*, 2025).

Por el contrario, el genotipo Citlali presentó valores reducidos de r_m y R_0 y un incremento en el tiempo de duplicación, lo que indica un crecimiento poblacional más lento. Este comportamiento es comparable con lo observado en cultivares menos aptos de berenjena, donde la reducción en los parámetros demográficos se asoció con un efecto de antibiosis que afecta la supervivencia y fecundidad del ácaro (Kumral *et al.*, 2019). Asimismo, factores como una menor calidad nutricional del tejido foliar,

menor contenido de nitrógeno o la presencia de compuestos aleloquímicos pueden reducir la fecundidad y prolongar el desarrollo, lo que se traduce en valores más bajos de r_m y R_0 (Abou-Elella *et al.*, 2020). Las características morfológicas de la hoja, particularmente la densidad y tipo de tricomas, también pueden actuar como barreras físicas y químicas que interfieren con la alimentación y oviposición del ácaro, lo que explicaría el efecto restrictivo observado en Citlali (Fahim *et al.*, 2020).

La comparación con otros estudios en tomate muestra un patrón consistente. En variedades como Cereza y Saladette se registraron los valores más altos de R_0 , r_m y λ , así como los menores tiempos de duplicación, lo que indica una alta susceptibilidad y un crecimiento poblacional acelerado. En contraste, TSAN-101 presentó el valor más bajo de R_0 y el mayor tiempo de duplicación, a pesar de tener la GBR más alta, lo que evidencia que la supervivencia limita el crecimiento poblacional, indicando un efecto de antibiosis (Ruiz-Díaz *et al.*, 2018). Este mismo comportamiento fue observado en el presente estudio entre CID y Citlali, confirmando que los hospederos más favorables permiten mayores tasas de incremento poblacional, mientras que los materiales con efecto restrictivo reducen la capacidad de multiplicación del ácaro.

Aunque los valores absolutos de r_m reportados en otros cultivos, como leguminosas y fresa, han alcanzado hasta 0.27 en hospederos altamente favorables, los valores obtenidos en este estudio fueron menores; sin embargo, la tendencia fue la misma: los hospederos más adecuados presentaron mayores valores de r_m , R_0 y λ y menores tiempos de duplicación. Esto refuerza la idea de que la calidad del hospedero es el principal factor que determina la dinámica poblacional de *T. urticae* (Abou-Elella *et al.*, 2020).

Resultados similares se han reportado en cultivares BARI de tomate, donde los materiales más susceptibles presentaron mayores valores de fecundidad, R_0 , r_m y λ , mientras que los menos aptos mostraron un desarrollo más prolongado y una reducción en los parámetros poblacionales (Hasan *et al.*, 2025). Este patrón coincide

con lo observado en CID y Citlali, respectivamente, lo que confirma la consistencia de los parámetros de tabla de vida como indicadores de resistencia o susceptibilidad.

Desde un punto de vista ecológico y de manejo integrado de plagas, las diferencias en r_m tienen implicaciones directas en la velocidad de crecimiento poblacional y en el riesgo de brotes. Valores elevados, como los observados en CID y en variedades susceptibles, indican un incremento exponencial rápido, mientras que los valores bajos registrados en Citlali y en materiales restrictivos limitan naturalmente la multiplicación del ácaro. Por lo tanto, el uso de genotipos con menor aptitud poblacional para *T. urticae* representa una estrategia viable para reducir la presión de la plaga dentro de programas de manejo integrado.

CONCLUSIÓN

En conjunto, los resultados confirman que el híbrido CID actúa como un hospedero altamente favorable para *T. urticae*, mientras que Citlali presenta un efecto de antibiosis asociado posiblemente a mecanismos morfológicos, nutricionales y bioquímicos. Estos hallazgos coinciden con la literatura y destacan la importancia de la selección de genotipos con resistencia inherente como herramienta para el manejo sostenible de esta plaga ya que permite disminuir de forma natural el crecimiento de la plaga y reducir la necesidad de aplicaciones químicas.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Khalek, A., Abou-Elella, G., & El-Saiedy, E. (2019). Comparative biology and growth rate of the two predatory mites *Cydnoseius negevi* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae), reared on two pea cultivars. *Persian Journal of Acarology*, 8(3).
- Abou-Elella, G. M., & Abdel-Khalek, A. A. (2020). Biology and life table analysis of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different common pea and bean cultivars. *Persian Journal of Acarology*, 9(2).
- Abou-Setta, M. M., & Childers, C. C. (1987). A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mites for biological studies. *The Florida Entomologist*, 70(2), 245-248. <https://doi.org/10.2307/3495156>
- Adesanya, A. W., Franco, E., Walsh, D. B., Lavine, M., Lavine, L., & Zhu, F. (2018). Phenotypic and genotypic plasticity of acaricide resistance in populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from peppermint and silage corn in the Pacific Northwest. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2831-2843. <https://doi.org/10.1093/jee/toy265>
- Adesanya, A. W., Lavine, M. D., Moural, T. W., Lavine, L. C., Zhu, F., & Walsh, D. B. (2021). Mechanisms and management of acaricide resistance in *Tetranychus urticae* in agroecosystems. *Journal of Pest Science*, 94, 639-663. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01269-9>
- Ahmed, M. M., Ali, F. S., Afifi, A. A. M., et al. (2024). Host plant suitability for biological performance of *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Phytoparasitica*, 52, 87. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01099-3>

- Álvarez, V. (2000). *Los extractos de las algas marinas en el rendimiento y calidad del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Anderlini, R. (1976). *El cultivo de tomate* (3.^a ed.). Mundi-Prensa.
- Angel, Y., Esteban, W., Bustos, R., Pacheco, P., Hurtado, E., & Bastías, E. (2016). Tomate “Poncho negro”: Historia y rescate de un cultivo olvidado. *Idesia (Arica)*, 34(5), 65-69. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016000500009>
- Appel, HM y Cocroft, RB (2014). Las plantas responden a las vibraciones de las hojas causadas por la masticación de insectos herbívoros. *Oecología*, 175 (4), 1257-1266
- Bakhtiari, M., & Rasmann, S. (2020). Variation in below- to aboveground systemic induction of glucosinolates mediates plant fitness consequences under herbivore attack. *Journal of Chemical Ecology*, 46(3), 317-329. <https://doi.org/10.1007/s10886-020-01156-1>
- Casuso, N., Smith, H. A., & Lopez, L. (2020). La Araña roja, *Tetranychus urticae*: Ciclo de vida: ENY-2048/IN1287 08/2020. *EDIS*, 2020(4), 2. <https://doi.org/10.32473/edis-in1287-2020>
- Cividanes, F. J. (2002). Tabelas de vida de fertilidade de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de campo. *Neotropical Entomology*, 31, 419-427. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000300013>
- Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81-106. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440>
- Dhooira, M. S. (2016). *Fundamentals of applied acarology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1594-6>

- Esmaeel, R. E., Basha, A. E., Mostafa, E. M., & Abd El Mageed, A. E. (2018). Seasonal abundance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch on four cotton cultivars at Dakahlia Governorate, Egypt. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(5), 1663-1674.
- Fahim, S. F., Momen, F. M., & El-Saiedy, E. S. M. (2020). Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) on four strawberry cultivars. *Persian Journal of Acarology*, 9(1).
- Flexner, J. L., Westigard, P. H., Hilton, R., & Croft, B. A. (1995). Experimental evaluation of resistance management for two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on southern Oregon pear. *Journal of Economic Entomology*, 88, 1517-1524. <https://doi.org/10.1093/jee/88.6.1517>
- Flores Canales, R. J., Robles Bermúdez, A. G., Isiordia Aquino, N., Ortega Ávalos, O. C., Pérez González, R., & Ramos Quirarte, A. (2011). Ácaros fitófagos asociados a frutales en la zona centro de Nayarit. *Revista Fuente*, 2(7), 25-33.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *Crops and livestock products*. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/>
- Gorini, F. (2018). *Guía completa del cultivo del tomate*. Parkstone International.
- Grbić, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., et al. (2011). The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374), 487-492. <https://doi.org/10.1038/nature10640>
- Hasan, M. F., Bhuyain, M. M. H., Al Bachchu, M. A., El Taj, H. F., Ullah, M. S., & Uddin, M. N. (2025). Age-stage, two-sex life table of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) reared on six tomato cultivars. *Systematic and Applied Acarology*, 30(6), 1067-1078.

- Herrera, M. E., Dagatti, C. V., & Becerra, V. C. (2017). Tabla de vida y parámetros poblacionales de *Lobesia botrana* en condiciones de laboratorio. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 76(3-4), 27-32.
- Hong, P., Dash, C. K., Ghafar, M. A., Haq, I. U., Lu, L., Zhou, C., Wu, Q., & Wang, L. (2024). Demography and population projection of *Tetranychus urticae* on *Phaseolus vulgaris* colonized by entomopathogenic endophytic fungi. *Insects*, 15(1), 73. <https://doi.org/10.3390/insects15010073>
- Kant, M. R., Jonckheere, W., Knecht, B., et al. (2015). Mechanisms and ecological consequences of plant defence induction and suppression in herbivore communities. *Annals of Botany*, 115, 1015-1051. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv054>
- Kavousi, A., Chi, H., Talebi, K., Bandani, A., Ashouri, A., & Naveh, V. H. (2009). Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. *Journal of Economic Entomology*, 102(2), 595-601. <https://doi.org/10.1603/029.102.0223>
- Kawazu, K.; Mochizuki, A.; Sato, Y.; Sugeno, W.; Murat, M.; Seo, S. and Mitsuhara, I. 2012. Different expression profiles of jasmonic acid inducible genes in the tomato plant against herbivores with various feeding modes. *Arthropod-Plant Interactions*. 6:221-230.
- Kumral, N. A., Gencer, N. S., & Çobanoğlu, S. (2019). Life table of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different eggplant cultivars. *Acarologia*, 59(1), 12-20. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20194307>
- Manresa-Grao, M., Pastor, V., Sánchez-Bel, P., Cruz, A., Cerezo, M., Jaques, J. A., & Flors, V. (2024). Mycorrhiza-induced resistance in citrus against *Tetranychus urticae* is plant species dependent and inversely correlated to basal immunity. *Pest Management Science*, 80(7), 3553-3566. <https://doi.org/10.1002/ps.7920>

- Migeon, A., Nouguié, E., & Dorkeld, F. (2010). Spider mites web: A comprehensive database for Tetranychidae. *Trends in Acarology*, 557-560. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5_96
- Ninkovic, V., Glinwood, R., Ünlü, A. G., Ganji, S., & Unelius, C. R. (2021). Effects of methyl salicylate on host plant acceptance and feeding by *Rhopalosiphum padi*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 710268. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.710268>
- Ortega, J. G., Merchán Méndez, L., Lagos Pazmiño, J., Fuentes Figueroa, T., Morán Morán, J., & Burgos López, G. (2024). Caracterización morfológica del tomate silvestre (*Solanum* sp.) en predios de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. *Centrosur Agraria*, 1(23). <https://doi.org/10.37959/revista.v1i23.274>
- Ouassat, S., Allam, L. Estudio comparativo de la aptitud de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en dos cultivares de manzano y control temporal mediante el análisis de tablas de vida bisexuales por edad-estadio. *Exp Appl Acarol* 95 , 48 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10493-025-01069-9>
- Palial, S., Kumar, S., Atri, C., Sharma, S., & Banga, S. S. (2022). Antixenosis and antibiosis mechanisms of resistance to turnip aphid, *Lipaphis erysimi*, in *Brassica juncea-fruticulosa* introgression lines. *Journal of Pest Science*, 95(2), 749-760. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01412-6>
- Razifard, H., Ramos, A., Della Valle, A. L., et al. (2020). Genomic evidence for complex domestication history of the cultivated tomato in Latin America. *Molecular Biology and Evolution*, 37(4), 1118-1132. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz297>
- Razmjou, J., Tavakkoli, H., & Nemati, M. (2009). Life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on three strawberry cultivars. *Journal of Economic Entomology*, 102(2), 808-814. <https://doi.org/10.1603/029.102.0242>

- Rosa-Díaz, I., Rowe, J., Cayuela-López, A., Arbona, V., Díaz, I., & Jones, A. M. (2024). Spider mite herbivory induces an abscisic acid-driven stomatal defense. *Plant Physiology*. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae248>
- Ruiz Díaz, Á. A., Malacara Herrera, I. D. R., Cerna Chávez, E., Ochoa Fuentes, Y. M., Aguirre Uribe, L. A., & Landeros Flores, J. (2018). Comportamiento poblacional de *Tetranychus urticae* Koch.(Acari: Tetranychidae) en variedades de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(5), 961-969.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2026). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. <https://www.gob.mx/siap>
- Vacante, V. (2016). *Manual of plant mites: Identification, bio-ecology and control*. CABI.
- Valadez, L. A. (1998). *Producción de hortalizas*. México: Limusa.
- Wu, J., & Baldwin, I. T. (2010). New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. *Annual Review of Genetics*, 44, 1-24. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-102209-163500>