

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**Letalidad de plaguicidas biorracionales y convencionales para el control de  
*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de chile jalapeño  
(*Capsicum annuum* L.)**

**Por:**

**Rosario Robles Estrada**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Letalidad de plaguicidas biorracionales y convencionales para el control de  
*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de chile jalapeño  
(*Capsicum annuum* L.)

Por:

Rosario Robles Estrada

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PARASITOLOGÍA**

Aprobado por:

Dr. Antonio Castillo Martínez  
**Presidente**

Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores  
**Vocal**

Dr. José Abraham Obrador Sánchez  
**Vocal**

M.E. Javier López Hernández  
**Vocal suplente**

M.C. Rafael Ávila Cisneros  
**Coordinador de la División de Carreras Agronómicas**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

**Letalidad de plaguicidas biorracionales y convencionales para el control de  
*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de chile jalapeño  
(*Capsicum annuum* L.)**

**Por:**

**Rosario Robles Estrada**

**TESIS**

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PARASITOLOGÍA**

Aprobado por el Comité de Asesoría:

Dr. Antonio Castillo Martínez  
**Asesor Principal**

Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores  
**Coasesor**

Dr. José Abraham Obrador Sánchez  
**Coasesor**

M.E. Javier López Hernández  
**Coasesor**

M.C. Rafael Ayila Cisneros  
**Coordinador de la División de Carreras Agronómicas**



Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025

*Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas*



## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Melquiades Robles Anastasio y María Estrada Gonzales, por la confianza y el apoyo incondicional que me brindaron durante el transcurso de mi carrera. Además, por ser un gran ejemplo a seguir y darme la motivación que necesitaba, muchos de mis logros se los debo a mis queridos padres y este es uno de ellos.

### **A mis hermanos**

Apolinar Robles Estrada e Hilda Robles Estrada por su apoyo incondicional, sus consejos, por su presencia y motivación a lo largo de mi carrera.

### **A mis amigos**

Mónica Salvador Hernández y Montserrat Gómez Vázquez, por todos los momentos que pasamos del inicio al final de la carrera, por sus consejos y su confianza, muchas gracias por su apoyo incondicional.



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme abierto las puertas y formarme durante mis años de estudio; además por haber podido establecer contacto con grandes profesores académicos de la institución

Al departamento de Parasitología por apoyar a las diferentes generaciones de estudiantes que cubren la carrera de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

A mis asesores de tesis

Al Dr. Antonio Castillo Martínez por darme la oportunidad de trabajar a su lado, además de guiarme durante todo el proceso de realización de la tesis, tanto lo experimental como lo escrito. También por apoyarme con los nuevos aprendizajes que generé gracias a sus enseñanzas, por la confianza y consejos.



## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE DE CONTENIDO .....	iii
INDICE DE CUADROS .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	2
OBJETIVO GENERAL .....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia del cultivo .....	3
Siembra .....	3
Desarrollo vegetativo .....	3
Germinación .....	3
Plántula .....	4
Crecimiento vegetativo .....	4
Floración y fructificación .....	4
Cosecha .....	4
Importancia a nivel mundial .....	4
Importancia a nivel nacional.....	5
Importancia a nivel estatal .....	5
Estructura y morfología del cultivo de chile jalapeño.....	6
Plagas de importancia económica en chile jalapeño .....	6
Picudo del chile ( <i>Anthonomus eugenii</i> Cano) .....	6
Trips ( <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood).....	7
Paratrioza - <i>Bactericera cockerelli</i> Sulk .....	8
Minador de la hoja ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard).....	8
Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) .....	9
Taxonomía de <i>Tetranychus urticae</i> .....	9



Ciclo de vida .....	9
Alimentación .....	10
Características morfológicas del adulto.....	11
Importancia de <i>Tetranychus urticae</i> .....	12
Historia de los extractos vegetales.....	12
Compuestos químicos primarios y secundarios de los extractos botánicos .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
Área de estudio.....	14
Establecimiento del experimento .....	14
Trasplante de plántulas.....	15
Preparación de humus de lombriz.....	15
Aplicación de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
Riego de plantas.....	15
Análisis e identificación de especímenes .....	16
Determinación del índice de infestación (Tratamiento testigo) .....	16
Aplicación de los tratamientos .....	17
Evaluación de los tratamientos .....	18
Porcentaje de letalidad de los productos biorracionales.....	19
Factor de Resistencia .....	19
Análisis estadístico y diseño experimental .....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Primera aplicación .....	20
Segunda aplicación .....	21
Tercera aplicación .....	22
CONCLUSION .....	26
LITERATURA CITADA.....	27



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diseño experimental y dosis para la evaluación de los tratamientos. ....	18
Cuadro 2. Letalidad de los tratamientos para el control de T. urticae en plantas de chile jalapeño. ....	20
Cuadro 3. Efecto letal durante la segunda aplicación de los tratamientos para el control de arañita roja T. urticae. ....	21
Cuadro 4. Valores de resistencia y letalidad de los tratamiento durante la tercera aplicación. ....	22
Cuadro 5. Resultados del Factor de Resistencia obtenidos en los tres muestreos de T. urticae. ....	23



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimientos obtenidos en chile verde a nivel mundial (SIAP, 2024). ...	5
Figura 2. Picudo del chile (Sparks, 2017). .....	7
Figura 3 Adulto de <i>Scirtothrips dorsalis</i> (Kaur, 2016). .....	7
Figura 4 Adulto de <i>Bactericera cockerelli</i> (OIRSA, 2015). .....	8
Figura 5 <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Eliseman, 2019). .....	8
Figura 6 Mosca blanca (CABI, 2010). .....	9
Figura 7. Adulto de <i>Tetranychus urticae</i> (Llorens, 2022). .....	10
Figura 8 Telaraña producida por <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Universidad de Florida, 2022). .....	11
Figura 9. Síntomas causados por el arañita roja <i>Tetranychus urticae</i> Koch (James, 2022). .....	11
Figura 10 Ubicación geográfica del municipio de Torreón, Coahuila (Gogle maps, 2023). .....	14
Figura 11 Llenado de bolsas con la mezcla de arena, composta y peatmoss. ....	14
Figura 12. Colocación de malla sombra negra para UV. ....	15
Figura 13. Áreas consideradas para el conteo de ácaros: a) región anterior, b) media y c) posterior de la hoja. ....	16
Figura 14. Diseño y aplicación de tratamientos: a) bloques con biorracionales, b) bloques con convencionales, c) productos a base de extractos botánicos y c) plaguicidas químicos sistémicos. ....	17
Figura 15. Aplicación de tratamientos biorracionales con pulverizador eléctrico. ....	17
Figura 16. Evaluación de los tratamientos: a) Muestras tratadas, b) Observación de hojas, c) Conteo de ácaros, d) ácaros muertos en envés de la hoja. ....	18
Figura 17. Araña roja <i>Tetranychus urticae</i> . ....	20
Figura 18. Efectividad de productos químicos y biológicos en la primera aplicación. ....	21
Figura 19 Efectividad de productos químicos y biológicos en la segunda aplicación. ....	22
Figura 20. Letalidad de los tratamientos evaluados en la tercera aplicación. ....	23
Figura 21 Factor de resistencia de los tratamientos. ....	24
Figura 22. Densidad de población de ácaros. ....	24



## RESUMEN

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* Linneo) tiene su centro de origen en México, actualmente se cultivan 27,294.24 hectáreas de chile jalapeño. El presente estudio evaluó la letalidad de los extractos botánicos y químicos para el control de *Tetranychus urticae*. El área de estudio se estableció en Valle Revolución (25°33'06''N, 103°21'59''W) Torreón, Coahuila. Para las unidades experimentales se llenaron 40 bolsas (17x 15x 32 cm) para conformar las macetas, a las que se vertieron 5 kilos de sustrato (arena, composta y peatmoss). Se seleccionaron al azar 15 plantas de chile jalapeño para someterlas a infestación directa por aproximación con el ácaro *T. urticae*; el diseño experimental consistió en un arreglo de bloques al azar con cinco tratamientos: tres a base de extractos vegetales (BIO-DIE®, Nimicide 80®, Gamma®) y 2 plaguicidas convencionales (Sivanto Prime®, Abamectina Delta®). Para evaluar la letalidad de los tratamientos biorracionales (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>) y convencionales (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>), se analizaron tres hojas/planta de chile jalapeño infestadas con ácaros. El producto convencional Abamectina Delta® (0.5 ml i.a./300ml) obtuvo una letalidad alta (70-90%) y el biorracional Nimicide 80 (1.5 ml i.a./300 ml) formulada a base del extracto de neem (Azadiractina), también alcanzó valores letales altos (≥60% - ≥80%); estos productos mostraron alta efectividad para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de chile jalapeño.

**Palabras clave:** Neem, Nimicide, Abamectina, Chile jalapeño, Ácaro



## INTRODUCCIÓN

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* Linneo) tiene su centro de origen en México, actualmente se siembran 27,294.24 hectáreas de chile jalapeño, entre los estados productores resaltan Chihuahua y Sinaloa (SIAP, 2024). El chile jalapeño por ser un cultivo originario de México tiene usos múltiples desde la época prehispánica, sus distintas variedades se han adaptado a distintos climas y tipos de suelo, lo que le ha permitido tener una amplia distribución geográfica (Hernández y Muñoz, 2015).

*Tetranychus urticae* afecta gran cantidad de cultivos, existen más de 1200 especies de araña roja en el mundo, al ser un ácaro muy pequeño (0.4 y 0.6 mm) se dificulta su detección y control (Meck, 2010). Los ácaros succionan el tejido vegetal absorbiendo el líquido celular; como producto de su alimentación ocasionan puntos amarillos y cuando el daño está avanzado aparecen manchas necróticas. Al necrosar el tejido de las hojas disminuye la capacidad fotosintética de la planta, reduce su crecimiento y afecta la calidad del fruto. En las flores abiertas provoca marchitamiento y desecación de los pétalos, los daños aumentan cuando las plantas presentan humedad baja y mala nutrición (Gipcitricos, 2024).

Las plantas producen metabolitos primarios que intervienen de manera directa en la protección contra plagas e inciden en la supervivencia, crecimiento, reproducción, fotosíntesis y asimilación de nutrientes (Silva, 2012). Han evolucionado durante más de 400 millones años y para defenderse de los insectos desarrollaron mecanismos de protección; algunos vegetales contienen sustancias activas con efectos insecticidas al contacto y otras funcionan como repelentes (Celis y Mendoza, 2008). El objetivo de esta investigación fue evaluar la letalidad de los plaguicidas biorracionales y convencionales formulados comercialmente, para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de chile jalapeño.



## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- ❑ Evaluar la letalidad de los plaguicidas biorracionales y químicos formulados comercialmente para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de chile jalapeño.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❑ Seleccionar productos biorracionales comerciales formulados a base de extractos botánicos con efecto acaricida en plantas de chile jalapeño.
- ❑ Evaluar el efecto letal de los productos biorracionales en el ácaro *Tetranychus urticae* contra plaguicidas convencionales.
- ❑ Determinar el mejor producto biorracional comercial con efecto acaricida con base al tiempo postmorten de *T. urticae*.

## HIPÓTESIS

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** Los plaguicidas biorracionales y convencionales tienen el mismo efecto letal en el ácaro *Tetranychus urticae* en plantas de chile jalapeño.

**Hipótesis alterna ( $H_1$ ):** Los plaguicidas biorracionales y convencionales no tienen el mismo efecto letal en el ácaro *Tetranychus urticae* en plantas de chile jalapeño.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia del cultivo

El chile abarca una superficie mundial de 1.7 millones de hectáreas liderado por China (Aguilar 2012). El chile jalapeño (*Capsicum annuum* Linneo) tiene su centro de origen en México, donde actualmente se siembran 157,221.60 hectáreas ocupando el primer lugar con 27,294.24 hectáreas establecidas; los estados productores son Chihuahua 9,981 Ha y Sinaloa con 4,835.52 hectáreas establecidas (SIAP, 2024). Es una variedad con importancia comercial, se cultiva para su consumo en fresco y seco en productos procesados (Aguilar 2012).

El chile jalapeño es un fruto saludable de sabor picante, se caracteriza por su tamaño, textura, color y forma; es una fuente de colorantes naturales utilizados para la preparación de comidas y elaboración de cosméticos farmacéuticos. Culturalmente, la palabra “chile” deriva del náhuatl “chilli” refiriéndose todo tipo de fruto clasificado dentro del género *Capsicum* y es un símbolo que ha dado identidad a los mexicanos (Aguirre y Ocotero, 2016).

El ciclo productivo comprende del 15 de junio al 31 de agosto, el trasplante se realiza de 30 a 40 días después de la siembra (15 de julio - 15 de septiembre). Las siembras tempranas enfrentan riesgos por exceso de humedad, problemas con enfermedades bacterianas y fungosas; las siembras tardías exponen a riesgo por heladas o daños por enfermedades virales (Cedillo-Portugal, 2021).

### Siembra

En maceta y siembra directa se establece en el suelo a 5-10 mm de profundidad, a una distancia de 60 cm por planta y se cubre la semilla con una capa de tierra húmeda (Baez y Orozco, 2015).

### Desarrollo vegetativo

#### Germinación

Sucede en un periodo entre 8 y 12 días, cuando las tempera es mayor el crecimiento es rápido (INIFAP, 2003).



## **Plántula**

Posterior al desarrollo de las hojas cotiledonales empieza el crecimiento de hojas verdaderas alternas y pequeñas; a partir de esta fase empieza el crecimiento de la parte aérea, desarrollando el sistema radicular con la emisión de raíces secundarias (Ohler, 2024).

## **Crecimiento vegetativo**

En la sexta y octava hoja el crecimiento del sistema radicular se reduce, aumentando la del follaje y tallos. El follaje se desarrolla, el tallo principal se ramifica y la planta continúa creciendo; al llegar a un cierto periodo disminuye el crecimiento para inducir que la planta entre en etapa de floración, fructificación y desarrollo de sus frutos (INIFAB, 2013).

## **Floración y fructificación**

En la etapa de floración las estructuras florales surgen en todas sus ramas, creciendo en pares en las axilas de las hojas superiores; este periodo se extiende hasta la fructificación. El número máximo de frutos y de mayor tamaño se produce en el primer ciclo de fructificación (90 y 100 días), los frutos con diferente madurez en la planta permiten cosechas semanales o bisemanales (Fagro De México 2019).

## **Cosecha**

Inicia cuando el fruto presenta un color verde, entre los 90 a 100 días de emergencia (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, 1991).

## **Importancia a nivel mundial**

El chile jalapeño por ser un cultivo originario de México tiene usos múltiples desde la época prehispánica, sus distintas variedades se han adaptado a distintos climas y tipos de suelo; lo que le ha permitido tener una amplia distribución geográfica extendiéndose a nivel mundial (Hernández y Muñoz, 2015).

China es el principal productor de chile a nivel mundial, al concentrar el 49.45% de la producción total; seguido por México (9.19%), Turquía (6.95%), Indonesia (6.91%) y España (3.47%). Los países que han tenido mayor rendimiento por



metro cuadrado de superficie fueron Reino Unido (31.85 kg/m<sup>2</sup>), Bélgica (28 kg/m<sup>2</sup>); en México solo se han alcanzado rendimientos bajos, como se muestra en la Figura 1 (Sánchez y Echevarría, 2023).

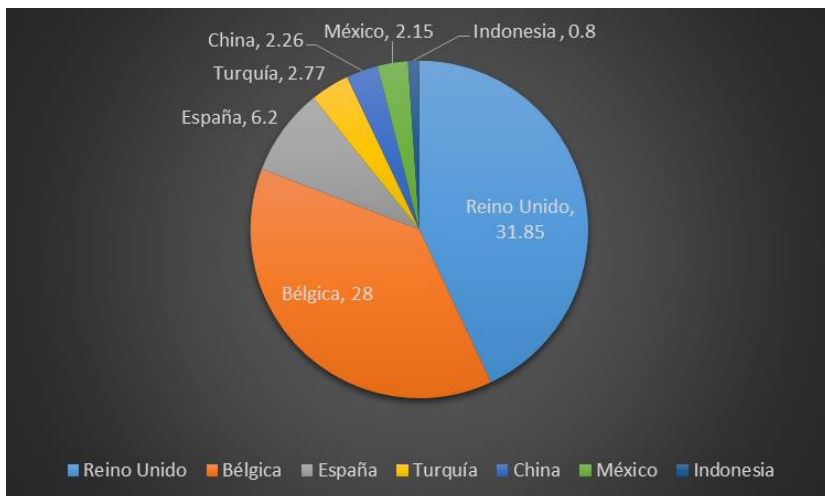


Figura 1. Rendimientos obtenidos en chile verde a nivel mundial (SIAP, 2024).

### Importancia a nivel nacional

El cultivo de chile aporta el 20.2% en la producción de hortalizas a nivel nacional (Vega *et al.*, 2020); en 26,916.24 hectáreas establecidas se ha obtenido un rendimiento de 783,332.53 toneladas de chile jalapeño (SIAP, 2024). En México la mayor variedad genética se cultiva en Chihuahua y Zacatecas, debido a la gran diversidad de climas, suelos y prácticas tradicionales en el cultivo que realizan los productores, utilizando semillas de frutos seleccionados de plantas híbridas. El 60% de la producción se utiliza en la industria de encurtidos, el 20% es consumido fresco y el resto es procesado o ahumado. Los principales estados productores de chile jalapeño son: Chihuahua (9,981.00 Ha), Sinaloa (9,981.00), Michoacán (2,089.00) y Chiapas (2,070.17) (Hernández y Muñoz 2015; SIAP, 2024).

### Importancia a nivel estatal

En el estado de Coahuila, el cultivo de chile jalapeño se establece en la Comarca Lagunera, no es el productor principal pero tiene importancia económica al sembrarse después de la sandía y el melón (ciclo primavera-verano), la superficie destinada fue de 114.50 Ha y se logró una producción de 3,101 toneladas (SIAP, 2024). Su importancia radica en la integración de la gastronomía local, como una



fuentes de alimento y cultura culinaria mexicana formando parte de la alimentación de platillos por su valor nutricional (SADER, 2020).

### **Estructura y morfología del cultivo de chile jalapeño**

La planta de chile jalapeño es de tipo herbácea, de ciclo anual y perenne (Meraz *et al.*, 2011). Alcanza una altura aproximada de 60 a 90 centímetros (Nee 1986); presenta un tallo erecto, ramificado y liso ( Fiedler.J, 1982). Sus hojas están alternamente insertadas en el tallo, miden hasta 10cm de largo y su peciolo puede ser largo. También son de forma lanceolada, enteras, de forma aovada, de color verde y lisas con vellosidades (Gonzales *et al.*, 2025).

Las flores se encuentran solitarias en el nudo del tallo, presentan cáliz acampanado que termina en cinco dientes; la corola es de coloración blanca con cinco pétalos algo triangulares unidos en la base. Tiene estambres, cinco de anteras grandes de color morado. La inflorescencia se compone de flores solitarias, algunas veces agrupadas en pares, tiene pedicelos largos y curvados hacia el ápice (Brunat, 2019).

El fruto es alargado de aproximadamente 7.5 cm y un diámetro de 2.5. Su color cambia conforme a la maduración: empieza de color verde, después amarillo hasta llegar a rojo (maduración total); tiene consistencia carnosa, con semillas pequeñas aplanadas que están en la vena del fruto (Góngora, 2023). Las semillas se ubican dentro del fruto de chile insertadas en el centro, son de forma redonda, de color amarillo pálido y miden de 3 a 5 milímetros (Pire, 2018).

### **Plagas de importancia económica en chile jalapeño**

#### **Picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano)**

El periodo del desarrollo fenológico de la planta de chile donde causa más daño el picudo se presenta entre la etapa de inicio de floración (Figura 2) hasta la mitad del desarrollo del fruto, los daños son provocados por los adultos cuando se alimentan y colocan huevos en las yemas florales o en frutos inmaduros; los frutos preferidos para la oviposición son los que no rebasan la mitad de su desarrollo, pero también pueden encontrarse en ramas u hojas jóvenes. Para determinar la



infestación del picudo del chile en frutos, se verifica la presencia de signos como el cáliz amarillo, orificios de alimentación y oviposición en frutos o botones, la vena y las semillas donde se alimentan las larvas. La caída de frutos sucede como producto del necrosamiento de la pared (Bújanos, 2012).



Figura 2. Picudo del chile (Sparks, 2017).

### **Trips (*Scirtothrips dorsalis* Hood)**

Esta plaga afecta las partes tiernas de la planta (hojas, flores y frutos); al succionar la savia de la planta del chile retrasa su crecimiento, causa enrollamiento en las hojas y deformación en frutos y hojas. En casos severos reduce la calidad ocasionando la caída prematura de flores (Zamora 2023). Perforan el tejido vegetal con sus piezas bucales y succionan la savia (Figura 3) alterando la capacidad de la planta para fotosintetizar y producir alimento; esto provoca el retraso en el crecimiento y caída de hojas. Los trips que se alimentan del fruto en desarrollo causan cicatrices, decoloración y deformidad en los frutos (Kumar, 2024).



Figura 3 Adulto de *Scirtothrips dorsalis* (Kaur, 2016).



### **Paratrioza - *Bactericera cockerelli* Sulk**

Este psílido afecta cuando se alimenta con su aparato bucal (picador-chupador) compuesto por un estilete con dos ductos (uno de entrada y otro de salida); las ninfas y adultos (Figura 4) introducen el estilete hasta el floema, por uno de sus ductos succiona la savia y por el otro inyecta savia con saliva infectada a la planta. La alimentación del insecto ocasiona amarillamiento de hojas, retraso del crecimiento de la planta y daños indirectos al transmitir bacterias y fitoplasmas (Covarrubias, 2003).



Figura 4 Adulto de *Bactericera cockerelli* (OIRSA, 2015).

### **Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard)**

Las hembras provocan agujeros redondos durante el proceso de alimentación y oviposición (Figura 5), con una apariencia punteada en el follaje en la punta y en los márgenes de la hoja. Las larvas excavan minas o túneles en las hojas, la mina se manifiesta a los tres o cuatro días después de la oviposición y va aumentando el tamaño a medida que la larva madura; los daños ocasionan un punteado que reduce la fotosíntesis de la planta y en casos severos provoca la caída prematura de hojas (Valenzuela et al. 2010).



Figura 5 *Liriomyza huidobrensis* (Eliseman, 2019).



### **Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)**

El daño directo que causan los adultos (Figura 6) a la planta sucede por medio el proceso de alimentación, al succionar la savia la hoja manifiesta decoloración por la transmisión de sustancias tóxicas al floema que se expanden en toda la planta, provocando debilitamiento por la excreción de nutrientes, clorosis y cambios en flores y/o frutos (Research, 2017). Los daños indirectos son producidos por la melaza excretada por las ninfas, originando apariciones fúngicas en las hojas (fumagina) ocasionadas por un hongo que reduce la capacidad de fotosíntesis de la planta y causa un daño más severo al transmitir virus (Cuella y Morales, 2006).



Figura 6 Mosca blanca (CABI, 2010).

### **Taxonomía de *Tetranychus urticae***

Phylum: Arthropoda

Orden: Arachnida

Familia: Tetranychidae

Género: *Tetranychus*

Especie: *T. urticae* (EPPO, 2020).

### **Ciclo de vida**

El ácaro *T. urticae* tiene un ciclo de vida corto que puede durar de 2 a 4 semanas. Las hembras son encargadas de la reproducción y viven más que los machos. Durante 35 y 50 días transcurren las fases de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto; su desarrollo depende de la temperatura, en condiciones cálidas una generación se completa en una semana (López, 2020).



De acuerdo con Reséndiz-García (2018), las características morfológicas de *Tetranychus urticae* se describen como sigue:

**Huevo:** Son esféricos, lisos, de color blanco o ámbar, miden 0.15 mm de diámetro también se encuentran en el envés de las hojas cada hembra pone entre 100 a 120 huevos, su ciclo de huevo a adulto en climas cálidos se completa muy rápido.

**Larva:** Cuando está recién emergida es de color cristalino, después va adquiriendo un color amarillento y posteriormente pasa a un color verde debido a su alimentación; en la parte anterior presenta un primer y segundo par de apéndices y el tercer par se proyecta hacia atrás.

**Ninfa:** Pasa por dos estadios protoninfa y deutoninfa, es de color crema y presenta cuatro pares de patas; cuando se alimenta en abundancia entra en un segundo estado ninfal o pasa a la fase adulta y acelera la formación de setas genitales. La deutoninfa muestra 4 pares de patas, tiene forma globosa alargada, presenta un par de manchas y es de color crema.

**Adulto:** La hembra adulta es de forma ovalada (Figura 7), mide 0.50 mm de largo y 0.30 mm de ancho; puede ser de coloración amarillo, verde o rojo anaranjado con dos manchas oscuras en el tórax. El macho es más pequeño y angosto, su abdomen es puntiagudo, color pálido y sus patas largas con múltiples setas.



Figura 7. Adulto de *Tetranychus urticae* (Llorens, 2022).

### Alimentación

Los ácaros tienen aparato bucal picador chupador, succionan el tejido vegetal absorbiendo el líquido celular como parte de su alimentación, realizan puntos



amarillos y cuando el daño está avanzado aparecen manchas necróticas. Al necrosar el tejido de las hojas disminuye la capacidad fotosintética de la planta, reduce su crecimiento y afecta la calidad del fruto. En las flores abiertas provoca marchitamiento y desecación de los pétalos. Los daños por ácaros aumentan cuando las plantas presentan humedad baja y mala nutrición (Gipcitricos, 2024).

*Tetranychus urticae* se alimenta principalmente del envés de la hoja, cuando colonizan un lugar producen seda o telaraña (Figura 8) que sirve para protegerlos de factores ambientales; al picar-succionar causan decoloración moteado y blanqueado en las hojas (Figura 9), tornándose amarillas o bronceadas hasta provocar defoliación si no es controlado (Dobosz y Zawada, 2022).



Figura 8 Telaraña producida por *Tetranychus urticae* Koch (Universidad de Florida, 2022).



Figura 9. Síntomas causados por el arañita roja *Tetranychus urticae* Koch (James, 2022).

### **Características morfológicas del adulto**

El cuerpo del ácaro se divide en dos regiones: el cefalotórax (cabeza y tórax) y el abdomen. Los adultos tienen ocho patas, las larvas tienen seis patas, su tamaño es de 0.4 a 0.6 mm de longitud. El cefalotórax es de forma ovalada, pequeña (0.4-



0.6 mm), su color varia de verde, amarillo translucido, marrón o rojo naranja. En esa región se ubican los ojos, las piezas bucales (tipo picador-raspador) y las patas (Fierro, 2024).

El abdomen está unido al cefalotórax y contiene los órganos de seda, los orificios reproductivos y los órganos respiratorios. Tiene forma ovalada y es pequeño (0.4 mm); su coloración varia de verde amarillento hasta rojo, presenta dos manchas oscuras en el abdomen que están presentes en todos los estadios. Los machos son más pequeños y tienen forma más puntiaguda en comparación con las hembras (NAPPO, 2014).

### **Importancia de *Tetranychus urticae***

Es un ácaro fitófago distribuido por el mundo, se agrupa en colonias y produce sedas. Ataca diversos cultivos en climas templados y tropicales, se presenta en etapa de crecimiento causando pérdidas de rendimiento (Klamkowski *et al.*, 2007).

### **Historia de los extractos vegetales**

Las plantas han evolucionado durante más de 400 millones años, para defenderse de los insectos desarrollaron mecanismos de protección; tienen efectos insecticidas al contacto y otras funcionan como repelentes. Después de la segunda guerra mundial, los extractos de plantas mostraron efectos prometedores en la agricultura y eran de uso generalizado; sin embargo, fueron remplazados por insecticidas sintéticos (Celis y Mendoza, 2008). El primer insecticida botánico fue utilizado en el siglo XVII, cuando se demostró que la nicotina obtenida de las hojas de tabaco tuvo un efecto letal en los escarabajos del ciruelo. Alrededor de 1850, se introdujo el uso de la rotenona como nuevo insecticida vegetal; este extracto se obtuvo de las raíces de la planta barbasco (*Lonchocarpus utilis*) y fue utilizada únicamente para la pesca (Silva, 2012).

En la producción agrícola, el uso de insecticidas químicos alcanza un incremento desmedido con el aumento de dosis innecesarias y sin racionalidad, causando resistencia en las plagas con efectos negativos en el ambiente y en la salud. Para disminuir el uso desmedido de plaguicidas sintéticos, se han desarrollado productos bioplaguicidas a base de extractos de plantas con acción insecticida,



ricas en compuestos orgánicos bioactivos, inhibidores del crecimiento insectil y con efecto repelente (Academia Nacional de Ciencias, 1992).).

Las moléculas activas presentes en las plantas son menos tóxicas y tienen menor efecto ambiental. El mecanismo para la creación de los plaguicidas biorracionales deriva de las plantas, al protegerse por sí mismas de plagas; sintetizando una variedad de metabolitos secundarios en su sistema vascular, liberando moléculas con propiedades insecticidas, acaricidas y nematocidas (Groholl, 2020). Entre los bioplaguicidas a base de plantas que se han obtenido figuran: la nicotina extraída de *Nicotiana tabacum* (Solaneaceae), la rianodina obtenida de *Ryania speciosa* (Salicaceae) y la rotenona (Hernández, 2023).

### **Compuestos químicos primarios y secundarios de los extractos botánicos**

Las plantas producen compuestos químicos primarios (metabolitos primarios) que intervienen directamente en la supervivencia, crecimiento, reproducción, fotosíntesis y asimilación de nutrientes; mientras que, los metabolitos secundarios cumplen funciones no esenciales para su supervivencia (Silva, 2012). Las propiedades insecticidas de las plantas se encuentran entre estos compuestos secundarios y desarrollan un efecto de control; los terpenos provocan repelencia y evitan la oviposición, los taninos contienen propiedades repelentes y las cumarinas albergan propiedades tóxicas para los nematodos, ácaros e insectos (Suárez, 2011).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Se establecieron 40 plantas de chile jalapeño en la colonia Valle Revolución ( $25^{\circ}33'06''\text{N}$ ,  $103^{\circ}21'59''\text{W}$ ), Torreón, Coahuila de Zaragoza. El municipio de Torreón (Figura 10) se ubica en el extremo suroeste del Estado de Coahuila en la región política denominada Comarca Lagunera, a una altitud de 1120 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al este con el municipio de Matamoros, al sur y al oeste con el estado de Durango. (Programa de ordenamiento ecológico del territorio del estado, 2022).



Figura 10 Ubicación geográfica del municipio de Torreón, Coahuila (Gogle maps, 2023).

### Establecimiento del experimento

Las macetas para el establecimiento de las plantas consistieron en bolsas de polietileno (17x 15x 32 cm) a las que se vertieron 5 kilos de sustrato formulado a una proporción (3:1:1) a base de arena, composta y peatmoss (Figura 11).



Figura 11 Llenado de bolsas con la mezcla de arena, composta y peatmoss.



Para proteger las plantas establecidas de la radiación solar (UV) por temperaturas elevadas ( $\pm 41$  °C), se colocó una malla sombra de nueve metros cuadrados (Figura 12).



Figura 12. Colocación de malla sombra negra para UV.

### **Trasplante de plántulas**

Se trasplantaron las plántulas de chile jalapeño (31/03/2025: 7 pm) con follaje conformado por 5 hojas por planta y se les aplicó el primer riego.

### **Preparación de humus de lombriz**

En una cubeta esterilizada se vertieron 15 litros de agua corriente, se agregaron 80 mililitros de humus de lombriz y se diluyó en agitación constante. A cada maceta se suministraron 200 mililitros de humus posterior a su trasplante y se continuó la aplicación durante dos veces por semana.

### **Aplicación de *Metarhizium anisopliae***

Para la preparación de la solución, se agregaron 10 gramos de *Metarhizium anisopliae* en 15 litros de agua y se mantuvo en agitación constante hasta diluir completamente; posteriormente se agregaron 200 mililitros a cada planta.

### **Riego de plantas**

Los riegos se programaron con base a las condiciones de temperatura, debido a las fluctuaciones atípicas (9-19 °C /  $38 \pm 41$  °C) presentadas (abril-mayo 2025) durante la evaluación del experimento. Algunos días del mes de mayo la



temperatura disminuyó y se mantuvo fresco, sin necesidad de realizar riego constante, por lo que normalmente se regaba cada dos días.

### **Análisis e identificación de especímenes**

Los especímenes se observaron y fotografiaron con un microscopio estereoscopio Luxeo6z (Labomed®). Para identificar los ácaros se emplearon las claves morfológicas para géneros (Krantz y Walter, 2009) y para tipificar la especie se utilizaron las establecidas por Tuttle *et al.* (1976); El análisis molecular para corroborar la especie se desarrolló amplificando el gen Citocromo Oxidasa subunidad I (COI=Cox1).

### **Determinación del índice de infestación (Tratamiento testigo)**

Se colectó una hoja de chile jalapeño infestada con el ácaro *Tetranychus urticae*, posteriormente se colocó en una caja Petri de vidrio y se observó al microscopio, el para el conteo de la población de ácaros se verificó el haz y envés de la hoja. Se cortaron tres áreas de 1cm<sup>2</sup> (Figura 13) en la parte anterior, media y posterior utilizando tijeras y pinzas metálicas para obtener el porcentaje de infestación. Se obtuvo un promedio de 71 ácaros vivos, presentes en las 3 partes analizadas de la hoja.

$$\% \text{ de Infestación} = \frac{\sum \text{Total de ácaros}}{\# \text{ Total de plantas}} = \frac{71}{40} = 2.3\%$$

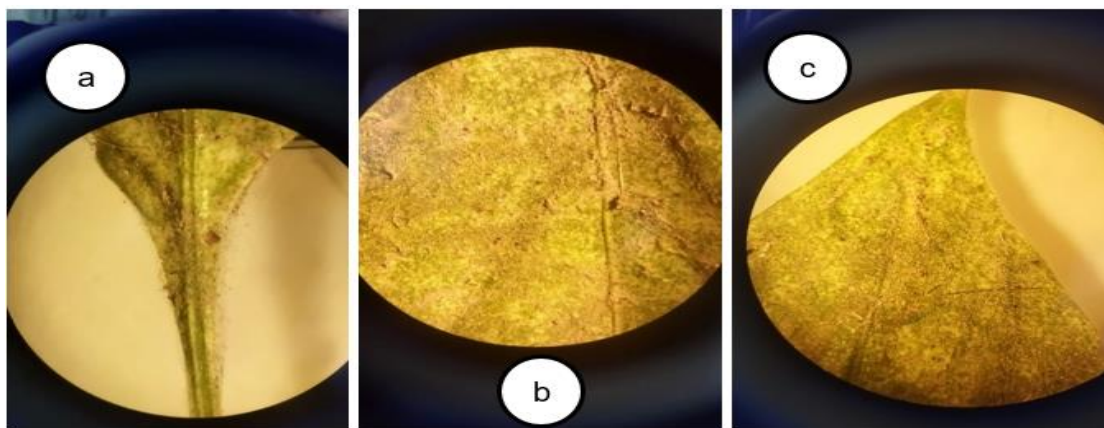


Figura 13. Áreas consideradas para el conteo de ácaros: a) región anterior, b) media y c) posterior de la hoja.



## Aplicación de los tratamientos

Se evaluaron tres aplicaciones (primera, segunda y tercera aplicación) con los cinco tratamientos, la aspersión se realizó durante la tarde (7:00 pm). Se seleccionaron 15 plantas de chile jalapeño infestadas con el ácaro *T. urticae*; cada bloque estuvo conformada por 5 tratamientos: tres tratamientos a base de extractos vegetales (3 productos biorracionales comerciales), dos tratamientos con plaguicidas convencionales (sistémicos) y tres repeticiones (3 plantas) por tratamiento durante cada aplicación (Figura 14).



Figura 14. Diseño y aplicación de tratamientos: a) bloques con biorracionales, b) bloques con convencionales, c) productos a base de extractos botánicos y c) plaguicidas químicos sistémicos.

Los tratamientos fueron aplicados por aspersión utilizando pulverizador eléctrico hasta alcanzar el punto de goteo, dirigiendo la aspersión al follaje; al aplicar los productos convencionales se utilizó mascarilla tipo facia con filtro de carbón activado (Figura 15).



Figura 15. Aplicación de tratamientos biorracionales con pulverizador eléctrico.



## Evaluación de los tratamientos

Para evaluar la letalidad de los tratamientos biorracionales (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>) y químicos convencionales (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>), se analizaron tres hojas/planta de chile jalapeño (9 hojas por bloque/tratamiento). El conteo de ácaros se realizó en el laboratorio de parasitología de la UAAAN-UL, utilizando un estereoscopio para observar las muestras por tratamiento, las hojas tratadas se depositaron en cajas Petri. Se tomaron tres hojas de cada planta tratada para contar los ácaros (vivos, muertos) en el haz y envés de la hoja para obtener el promedio de ácaros por planta (Figura 16).

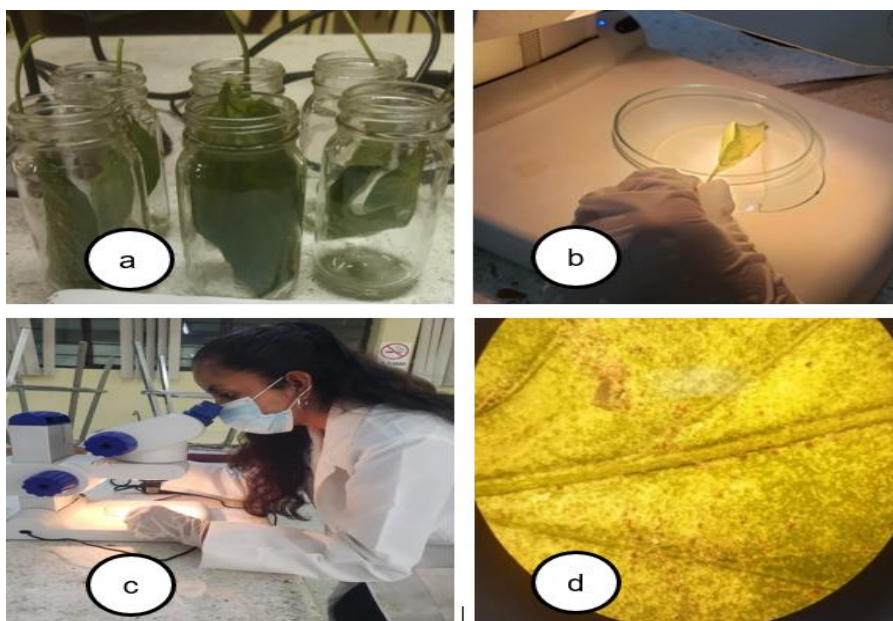


Figura 16. Evaluación de los tratamientos: a) Muestras tratadas, b) Observación de hojas, c) Conteo de ácaros, d) ácaros muertos en envés de la hoja.

En el Cuadro 1 se muestran las dosis de los tratamientos aplicados.

Cuadro 1. Diseño experimental y dosis para la evaluación de los tratamientos.

No.Tratamiento	Tratamientos	Dosis baja/300ml	Dosis alta/300 ml
<b>T1</b>	BIO-DIE	1.5	2.0
<b>T2</b>	Nimicide 80	1.5	2.0
<b>T3</b>	Gamma	1.5	2.0
<b>T4</b>	Abamectina Delta	0.5	1.25
<b>T5</b>	Sivanto prime	0.5	1.75



### Porcentaje de letalidad de los productos biorracionales

Para obtener el Porcentaje de Letalidad de los tratamientos, se evaluaron empleando la fórmula de Megchun *et al.* (2023),

$$PL (\%) = \left( \frac{NIT_t - NIT_r}{NIT_t} \right) * 100$$

PL: Porcentaje de Letalidad

NIT<sub>t</sub>: Número de Individuos del Tratamiento testigo

NIT<sub>r</sub>: Número de Individuos del Tratamiento

### Factor de Resistencia

El Factor de Resistencia se obtuvo con la fórmula establecida por Bielza (2005).

$$FR = \left( \frac{Población\ Resistente_{(DL50)}}{Población\ Sensible_{(DL50)}} \right)$$

FR: Factor de Resistencia (Población con FR ≥ 2 se considera resistente)

Población Resistente: Insectos vivos

Población Sensible: Insectos muertos

### Análisis estadístico y diseño experimental

Para la evaluar la letalidad de los tratamientos se utilizaron 15 unidades experimentales, el diseño experimental consistió en un arreglo de bloques al azar, con cinco tratamientos (3 biorracionales, 2 convencionales) y tres repeticiones. Los arreglos (Tratamientos, repeticiones) se etiquetaron para la aplicación de los tratamientos. Para determinar el mejor tratamiento contra *Tetranychus urticae* se utilizó la comparación de medias de Tuckey ( $\alpha = 95\%$ ).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis morfométrico y molecular fueron consistentes con la determinación de la especie de ácaro *Tetranychus urticae* (Figura 17).



Figura 17. Araña roja *Tetranychus urticae*.

Para evaluar la efectividad de los tratamientos convencionales elaborados a base de extractos botánicos y los plaguicidas sistémicos de síntesis química; se analizó la letalidad, el factor de resistencia, y el porcentaje de mortandad que ejercieron los productos en el control del ácaro de dos manchas en plantas de chile jalapeño.

### Primera aplicación

El producto Abamectina Delta® (Sistémico, convencional) aplicado a una dosis de una dosis de 0.5 ml i.a/ 300ml de agua obtuvo la mayor efectividad logrando el 85.7% de letalidad, seguido de Sivanto Prime® (Sistémico, convencional) con 77.9% de mortandad. El producto biorracional Nimicide80® (1.5 ml/300 ml agua) formulado a base de extracto de neen (Azadiractina) logró el porcentaje de letalidad (70.8) más alto de los tres productos no convencionales evaluados.

Cuadro 2. Letalidad de los tratamientos para el control de *T. urticae* en plantas de chile jalapeño.

Tratamientos	Acaros vivos	Acaros muertos	Factor de Resistencia	TOTAL	Trips vivos %	MORTANDAD %	muer/Viv
BIO-DIE	57	37	1.54	94	60.6	39.4	0.649
Nimicide 80	31	75	0.41	106	29.2	70.8	2.419
Gamma	65	30	2.17	95	68.4	31.6	0.461
Abamectina delta	20	78	0.26	98	20.4	79.6	3.9
Sivanto prime	17	53	0.32	70	24.3	75.7	3.117



El producto BIO-DIE® (argemonia, berberina, ricina) alcanzó el 39.4% de letalidad y Gamma® (Extracto de ajo + extracto de chile + extracto de canela) logró el 31.6% de efectividad (Figura 18). De todos los productos evaluados, solo Gamma® obtuvo el mayor factor de resistencia (2.17) precedido por BIO-DIE® (1.54%).

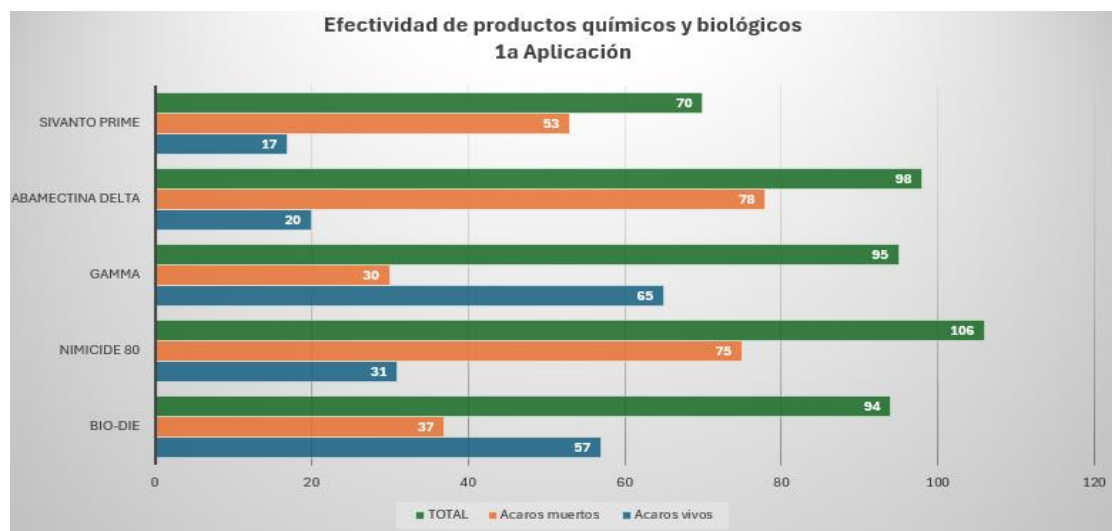


Figura 18. Efectividad de productos químicos y biológicos en la primera aplicación.

### Segunda aplicación

El producto Abamectina Delta® (0.5 ml i.a/ 300ml de agua) mantuvo su efecto de control con mayor letalidad (69.1%); el biorracional Gamma® (Extracto de ajo + extracto de chile + extracto de canela) aplicado a una dosis de 1.5 ml/300 ml agua logró el 65.1% de letalidad, desplazando a Sivanto Prime® (convencional) con 63.6% de mortandad. El no convencional Nimicide80® disminuyó su efecto letal pero se mantuvo con un efecto letal  $\geq 60\%$ .

Cuadro 3. Efecto letal durante la segunda aplicación de los tratamientos para el control de araña roja *T. urticae*.

Tratamientos	Acaros vivos	Acaros muertos	Factor de Resistencia	TOTAL	Acaros vivos %	mortandad %
BIO-DIE	71	34	2.09	105	67.6	32.4
Nimicide 80	26	41	0.63	67	38.8	61.2
Gama	22	41	0.54	63	34.9	65.1
Abamectina delta	29	65	0.45	94	30.9	69.1
Sivanto prime	20	35	0.57	55	36.4	63.6



El producto biorracional BIO-DIE® (argemonia, berberina, ricina) mantuvo su baja letalidad (32.4) y por ende alta resistencia (FR=2.09); los productos restantes mostraron por debajo de 1, entre ellos los convencionales Gamma (0.54) y Nimicide 80 con 0.63% (Figura 19).

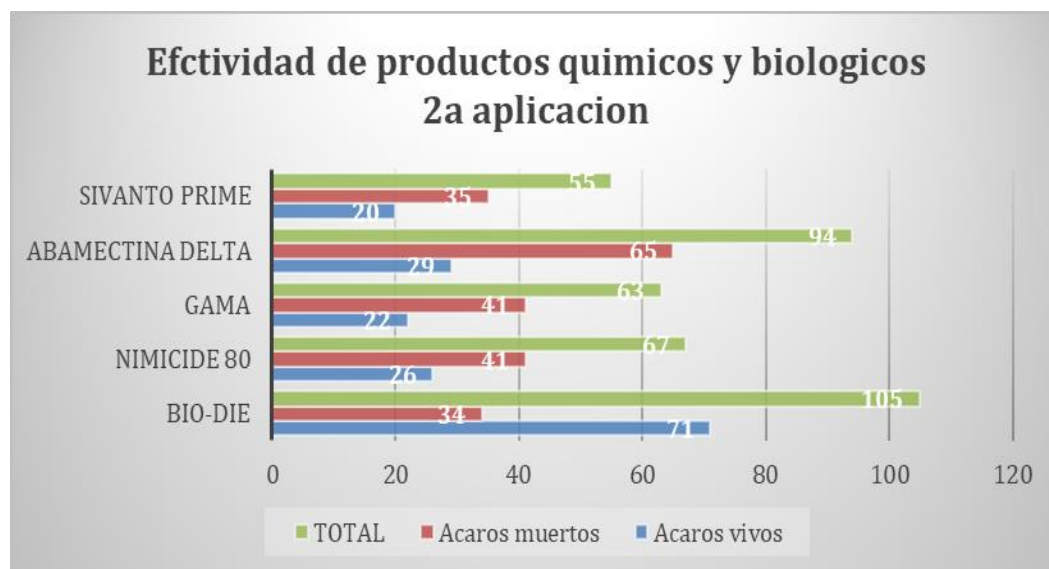


Figura 19 Efectividad de productos químicos y biológicos en la segunda aplicación.

### Tercera aplicación

El tratamiento Nimicide 80 a base del extracto botánico Azadiractina obtuvo una mayor mortandad de ácaros (78%), posicionándose por encima de Abamectina Delta que mantuvo su efecto letal (70.9%) seguido de Sivanto Prime (69.8). Todos los productos aumentaron su efecto de control, reduciendo el factor de resistencia por debajo del 1.2%.

Cuadro 4. Valores de resistencia y letalidad de los tratamiento durante la tercera aplicación.

Tratamientos	Acaros vivos	Acaros muertos	Factor de Resistencia	TOTAL	Acaros vivos %	Letalidad %
BIO-DIE	23	32	0.72	55	41.8	58.2
Nimicide 80	18	64	0.28	82	22.0	78.0
Gamma	52	46	1.13	98	53.1	46.9
Abamectina delta	16	39	0.41	55	29.1	70.9
Sivanto prime	13	30	0.43	43	30.2	69.8

La efectividad de productos químicos y biológicos en la tercera aplicación se observa que el tratamiento con menos efectividad fue Gama con 52 ácaros vivos y



teniendo una mayor efectividad en la última aplicación Nimicide 80 con 64 ácaros muertos en la aplicación al follaje (Figura 20).

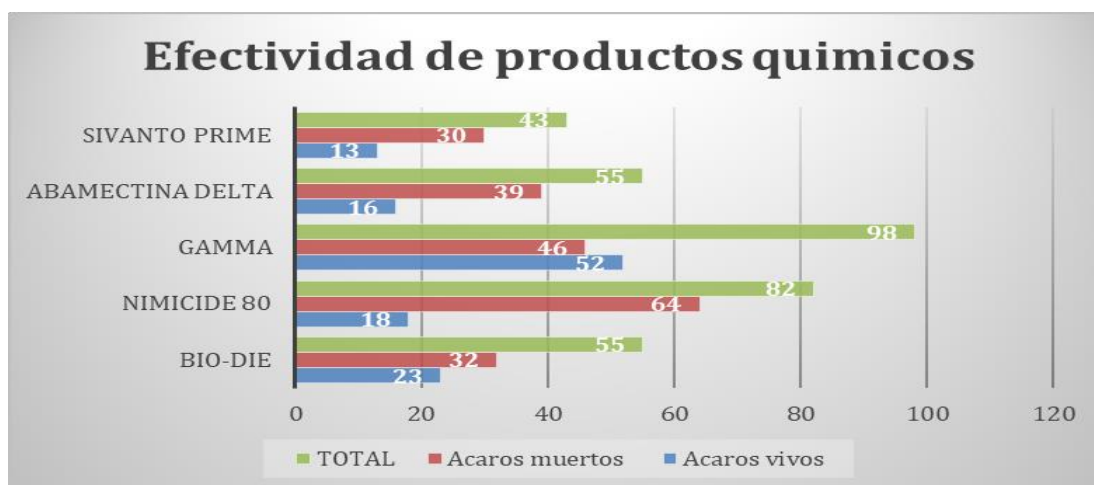


Figura 20. Letalidad de los tratamientos evaluados en la tercera aplicación.

Los ácaros asperjados con el tratamiento BIO-DIE obtuvieron el mayor factor de resistencia (1.46) por la baja mortandad manifestada; el mejor tratamiento de los productos plaguicidas biorracionales evaluados resultó Nimicide (extracto de neem) al presentar mayor letalidad (Cuadro 5) y bajo factor de resistencia (0.41).

Cuadro 5. Resultados del Factor de Resistencia obtenidos en los tres muestreos de *T. urticae*.

Tratamientos	Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo		Total, ácaros vivos	Total, ácaros muertos	Factor de Resistencia
	Ácaros vivos	Ácaros muertos	Ácaros vivos	Ácaros muertos	Ácaros vivos	Ácaros muertos			
BIO-DIE	57	37	71	34	23	32	151	103	1.466
Nimicide 80	31	75	26	41	18	64	75	180	0.4166
Gamma	65	30	22	41	52	46	139	117	1.1880
Abamectina delta	20	78	29	65	16	39	65	182	0.3571
Sivanto prime	17	53	20	35	13	30	50	118	0.4237

Los plaguicidas sistémicos sintéticos obtuvieron el mayor efecto letal, sobresaliendo Abamectina Delta (FR= 0.35) por encima de Sivanto Prime (FR=



0.42) como tratamientos idóneos para el control de araña roja en el cultivo de chile jalapeño (Figura 21).

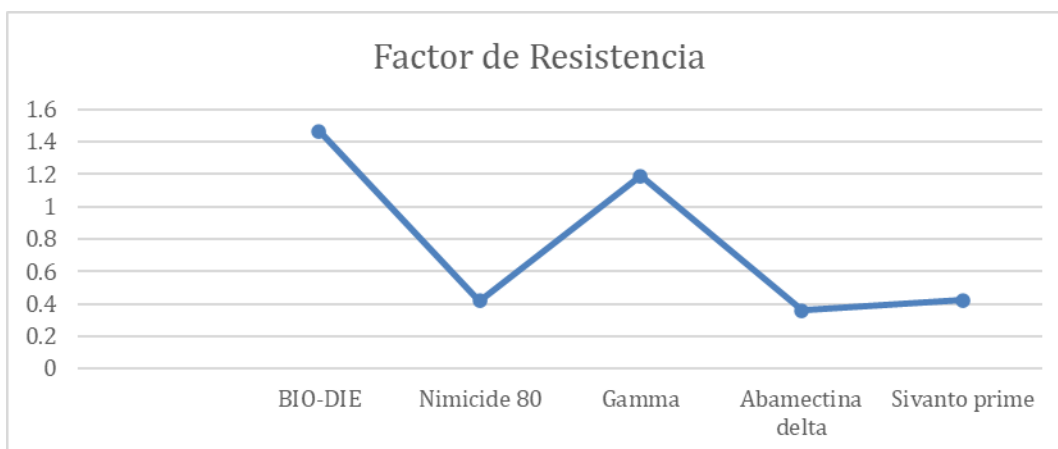


Figura 21 Factor de resistencia de los tratamientos.

La densidad de población de ácaros vivos disminuyó con la primera aplicación de los tratamientos; la población sobreviviente induce al aumento de población bajando del efecto letal de los productos plaguicidas (convencionales y biorracionales) durante la segunda aplicación. Durante la tercera aplicación aumenta el efecto de los tratamientos, disminuyendo la densidad de población y el efecto de resistencia (Figura 22).

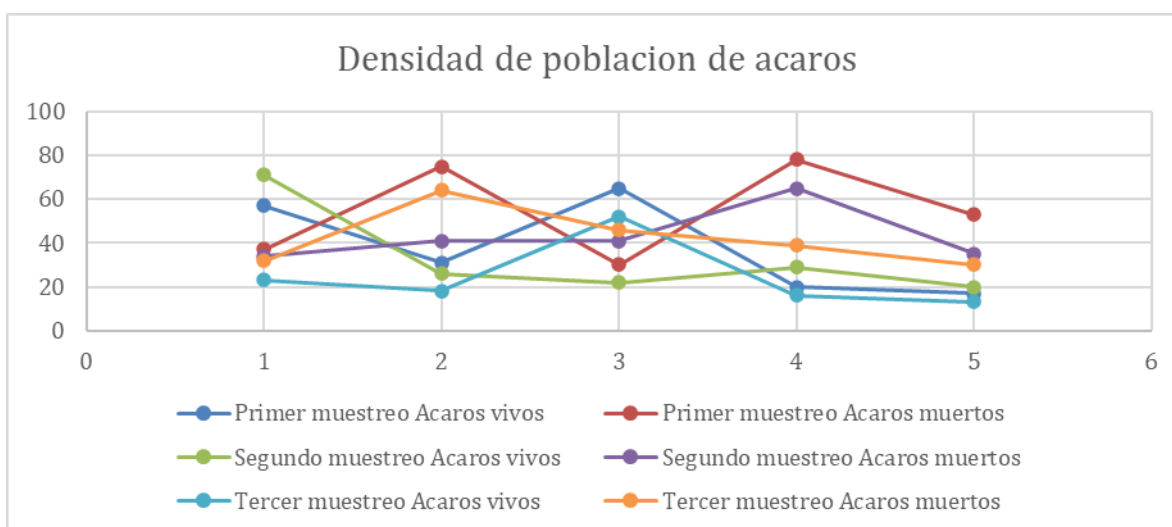


Figura 22. Densidad de población de ácaros.

Bio-Die es un insecticida/ acaricida botánico compuesto por argemonina, berberina, ricina y terthieny como ingredientes activos como alternativa para



controlar *Dactylopius opuntiae* Cockrell (Hemiptera: Dactylopiidae, evaluaron la eficacia biológica de Bio-Die de forma dirigida en cuatro concentraciones (1,2,4 y 8) para determinar la mortalidad (%) de hembras adultas a los 1, 2 y 3 días después de la aplicación; obtuvieron una efectividad media del 14-31%. En esta investigación se obtuvieron valores  $\geq 30\%$  y  $\leq 60\%$  de efectividad, con un factor de resistencia  $\leq 1.5$ . López et al. (2021)

El compuesto Azadiractina es la sustancia activa formulado como aceite esencial del árbol de neem *Azadirachta indica*, para el control de insectos plaga (Arias et al, 2019). Stumm y Muñoz (2023), evaluaron el impacto de extractos acuosos de hojas de *Azadirachta indica* (T1=5%, T2=10%, T3=20%) y observaron una eficacia del 74%; los resultados concuerdan con los investigadores, puesto que al evaluar Nimicide 80 se obtuvieron valores altos de letalidad ( $\geq 60\%$  -  $\geq 80\%$ ).

Gamma es un insecticida-acaricida a base de extracto de ajo + extracto de chile picante + extracto de canela (PTI, 2025). Castillo *et al.* (2018) evaluaron el efecto de repelencia por separado de orégano, chile picante/ ajo y canela para controlar la mosca blanca; observando un efecto repelente en la canela (27%), orégano (23%) y del 21% en el extracto chile/ajo. Para este estudio se obtuvo una letalidad entre el 30 y 65% de efectividad.

De acuerdo a Putter (1981), al evaluar la efectividad de abamectina contra *Tetranychus urticae* se obtuvo un efecto  $\geq 60\%$  de letalidad. Los resultados concuerdan con esta investigación, al obtenerse entre el 70 y 90% de efectividad para la misma plaga. Díaz y Gómez (2020) evaluaron la efectividad del flupiradifurone (Sivanto Prime) aplicando una dosis de 1-2 L/Ha sin obtener significancia. Otros autores observaron una menor incidencia de la plaga y mayor efectividad insecticida (Mena y flores, 2020). En esta investigación se obtuvieron valores con Sivanto Prime que oscilaron entre el 60-80% de letalidad utilizando una dosis de 0.5 ml/ 300 ml agua.



## CONCLUSION

El producto Abamectina Delta (Abamectina) resultó el mejor plaguicida químico (70-90% de letalidad), precedido por el bioplaguicida Nimicide80 (Azadiractina) al mostrar valores letales altos ( $\geq 60\%$  -  $\geq 80\%$ ); estos productos mostraron alta efectividad para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de chile jalapeño. Como alternativas de manejo se puede intercalar el plaguicida químico Sivanto Prime (60-80% de letalidad) y los productos biorracionales Gamma y Bio-Die ( $\geq 65$  de letalidad).

Se cumplió la hipótesis nula al demostrar que los plaguicidas biorracionales logran un efecto letal alto igual a los convencionales químicos utilizados para el control de *Tetranychus urticae*.



## LITERATURA CITADA

- Academia Nacional de Ciencias. (1992). Extractos de plantas como insecticidas naturales. Recuperado el 15 de agosto del 2025. Obtenido de, <https://www.amnh.org/learn-teach/curriculum-collections/young-naturalist-awards/plant-extracts-as-natural-insecticides>
- Aguilar. V. (2012). Cultivo del chile en México. Recuperado el 28 de junio del 2025. Obtenido de, <http://cenid-raspa.inifap.gob.mx/demo/modulo/Folletos%20tecnicos/2013/cultivo%20de%20chile%20en%20la%20comarca%20lagunera.pdf>
- Aguirre Hernández, E. Ocotero Muñoz, V. (2016). El chile como alimento, Recuperado el 9 de septiembre del 2025. Obtenido de, [https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66\\_3/PDF/Chile.pdf](https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf)
- Arias. D, Vazquez. G, Montañez. L, Alvarez. R, Perez. V. Determinación del Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de Neem (*Azadirachta indica*). Revista Ingeniería UA, vol 16, No. 3, diciembre 2009
- Baez y Orozco. (2015). Paquete tecnológico para chile jalapeño. Recuperado el 26 de septiembre 2025. Obtenido de, <https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-0003Chile1.pdf>
- Bielza, L.P. (2005). La resistencia a insecticidas: de los mecanismos a las estrategias de manejo. Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal, 173:36-39
- Brunat. P. (2019). Chile jalapeño. Recuperado el 16 de julio del 2025. Obtenido de, <https://www.worldgastronomy.org/post/el-jalape%C3%B1o-el-rey-de-los-chiles>
- Bujanos. D. (2012). Manual técnico para el manejo integrado del picudo del chile (*Anthonomus eugenii*) Cano, Recuperado el 1 de diciembre 2025. Obtenido de,



[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/998312/MANUAL\\_TECNICO\\_PICUDO\\_DEL\\_CHILE\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/998312/MANUAL_TECNICO_PICUDO_DEL_CHILE_compressed.pdf)

Calendario de siembra del chile jalapeño (*Capsicum annuum*, L) en el estado de chihuahua. (2022). Recuperado el 10 de septiembre del 2025. Obtenido de, <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-chihuahua/sistemas-de-produccion-agricola/calendario-de-siembra-chile/37132165>

Castillo-Corrales, J. Rodríguez-Arrieta, A. Villalobos-Moya,K. Hernández-Villalobos, S. Alvarado-Rodríguez, O. Evaluación de tres extractos naturales, Puntarenas, costa rica. Agronomía Costarricense 42(2):93-106.ISSN:03777-9424/2018

Cedillo- Eugenio, Martínez-Pamela, Casiano- Hugo. (2021). Manual de producción del chile jalapeño y poblano (*Capsicum annuum*) bajo invernadero. Recuperado el 29 de septiembre del 2025. Obtenido de, <https://planificacionfesaragon.com/sites/default/files/manuales/Manual%20de%20Produccion%20de%20Chiles%20Jalape%C3%B1o%20y%20Poblano%20Bajo%20Invernadero.pdf>

Celis, A y Mendoza, C. (2008) Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana 26(1), 97-106,

Covarrubias, R. (2003). El psilido de la papa y tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región OIRSA. Recuperado el 1 de diciembre 2025. Obtenido de, [https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20v](https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf)ersion%201.3.pdf

Cuella y Morales (2006). Mosquita blanca. Recuperado el 1 de diciembre del 2025. Obtenido de,



[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita\\_blanca.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf)

Díaz-Nájera *et al.*, 2020 Fraccionamiento de dosis de flupiradifurone (sivanto prime) para el control de mosca blanca en cultivo de calabacita. *Entomología mexicana*, Vol. 7: 437-445

Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, (1991). Chile. Recuperado el 15 de julio del 2025. Obtenido de, <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658chile.pdf>

Dobosz y Zawada, 2022. Una revisión de los métodos de protección de cultivos contra el acaro de dos manchas- *Tetranychus urticae* Koch (Acar: Tetranychidae con especial referencia a métodos alternativo. Recuprado 8 diciembre 2025. Obtenido de, <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/7/898>

EPPO. (2020). *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). Recuperado el 13 de julio del 2025. Obtenido de, <https://cesavem.mx/fichas/Ficha%20te%CC%81cnica%20tetranychus%20urticae.pdf>

Fagro de México (2019). Etapas fenológicas del cultivo de chile, Recuperado el 8 de diciembre 2025. Obtenido de, [https:// bgdefagro.com/informacion/etapas-fenologicas-del-cultivo-del-chile/](https://bgdefagro.com/informacion/etapas-fenologicas-del-cultivo-del-chile/)

Fiedler. J, (1982). Anatomía del chile del tronco y de la flor. Recuperado el 29 de septiembre 2025. Obtenido de, <https://www.chileplanet.eu/Chili-anatomy-es>.

Fierro, Y. (2024). Arañita roja- *Tetranychus uticae*. Recuperado el 13 de julio del 2025. Obtenido de, <https://www.rainbowagrolatam.com/co/detalle-de-arranita-roja----%3Cem%3Etetranychus-uritica-%3Cem%3E-297>

García-Nevárez. G. (2015). Paquete tecnológico para chile jalapeño. Recuperado el 11 de septiembre del 2025. Obtenido de, <https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-0003Chile1.pdf>



- Gipcitricos, (2024). Gestión integrada de plagas y enfermedades en cítricos. Recuperado el 23 de julio 2025. Obtenido de, <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>
- Gongora. (2023). Características de calidad de fruto de chile jalapeño que se solicita a productores y comercializadores en el sur de Quintana Roo. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. ISSN: 2595-573X
- Gonzalez-Perez,E. Villalobos-Reyes,S. Nuñez-Colin, C. Canul-Ku,J. Caracterización morfológica de líneas avanzadas de chiles (*Capsicum annuum* L.) del centro de México. E – ISSN 2215-3608, [https:// doi. Org/10.15517/am 2025.61651](https://doi.org/10.15517/am.2025.61651). Volumen 36: Artículo 61651, 2025.
- Graziele, S y Muñoz, M. (2022). Impacto de Azadirachta indica sobre la población de insectos en un cultivo experimental de arroz. Universidad Nacional de Colombia. Ata agronómica, vol. 71, num.4 p. 423- 430, 2022
- Groholl, L. (2020). Historia de los pesticidas y seguridad alimentaria. Recuperado el 15 de Julio del 2025. Obtenido de, [igmaaldrich.com/MX/es/technical-documents/technical-article/food-and-beverage-testing-and-manufacturing/flavor-and-fragrance-formulation/pesticides-and-residuals-history-and-food-safety](https://igmaaldrich.com/MX/es/technical-documents/technical-article/food-and-beverage-testing-and-manufacturing/flavor-and-fragrance-formulation/pesticides-and-residuals-history-and-food-safety)
- Hernández y Aguirre (2015). El chile como alimento. Recuperado el 28 de junio del 2025. Obtenido de, [https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66\\_3/PDF/Chile.pdf](https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf)
- Hernández-Piñero, J. Rocha-Estrada, A. (2023). Los extractos vegetales al servicio de la humanidad. Botánica aplicada. Planta No. 28
- Información topográfica G13D25 Torreón. (2023). Recuperado el 29 de junio 2023). Obtenido de, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463912989.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463912989.pdf)



- INIFAP, (2003). Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de zacatecas. Recuperado el 8 de diciembre 2025, Obtenido de, <http://zacatecas.inifap.gob.mx/PotAgric/ChileR.pdf>
- INIFAP. (2013). El cultivo de chile en México con BASF. Recuperado el 8 de diciembre 2025. Obtenido de <https://agriculture.basf.com/mx/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/cultivos/cultivo-de-chile>
- Jakubowska M, Dobosz R, Zawada D, Kowalska J. (2022). Una revisión de los métodos de protección de cultivos contra el acaro de dos manchas- *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con especial referencia a métodos alternativos. Agricultura, 12(7), 898.
- Kang. Q. (2012). Efecto de la abamectina sobre los nematodos agalladores y el rendimiento del tomate. Recuperado el 1 de diciembre 2025. Obtenido de, [https://www.researchgate.net/ /221682796\\_Effect\\_of\\_abamectin\\_on\\_root-nematodes\\_and\\_tomato\\_](https://www.researchgate.net/ /221682796_Effect_of_abamectin_on_root-nematodes_and_tomato_)
- Krantz, G. W. & D. E. Walter (2009) A Manual of Acarology. 3rd ed. – Texas Tech University Press, Lubbock . Soil Organisms, 81(1), 129–132
- Kumar, S. (2024). Medidas de control de los trips del chile. Recuperado el 1 de diciembre 2025. Obtenido de, <https://katyayanikrishidirect.com /news/control-measures-of-chilli-thrips>
- Llorens, J.M. (2022). *Tetranychus urticae*: síntomas y mecanismos de control. Recuperado el 15 de julio 2025. Obtenido de, <https://certisbel.es/tetranychus-urticae-sintomas-y-mecanismos-de-control/>
- López -Rodríguez, P. Aquino Pérez, G. Morales- Flores, J. Mena-Cobarruvias, J. Rodríguez-Leyva, E y Mendez-Gallegos, S. (2021). Productos no convencionales como alternativa para controlar *Dactylopius opuntiae* cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) Rev. Fitotec. Mex., 44(3):417- 424.



- López, L. (2020). La araña roja- Ciclo de vida. Recuperado el 1 de julio. Obtenido de,  
[https://www.researchgate.net/publication/344054832\\_La\\_Arana\\_roja\\_Tetranychus\\_urticae\\_Ciclo\\_de\\_vida](https://www.researchgate.net/publication/344054832_La_Arana_roja_Tetranychus_urticae_Ciclo_de_vida)
- Márgenes de comercialización de chile jalapeño. (2015). Recuperado el 30 de septiembre de 2025. Obtenido de,  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/67460/MC\\_chiljalap\\_julio\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/67460/MC_chiljalap_julio_2015.pdf)
- Megchun, G. J. V., Castañeda, C. Ma. Del R., Del Ángel, P. A. L., Constantino, L. G. G., Nataren, V. J., Zaragoza, V. E., (2023). Synthetic fertilizers and vermicompost in juvenile persian lime (*Citrus X latifolia* Tanaka ex Q. Jimenez) trees. *Agroproductividad*, 16(2), 65-74
- Mera-Ramirez, M. Villalo- Mendoza, H. Aguilar- Rincon, V. Corona-Torres, T. Latournerie-Moreno, L. (2011). Caracterización morfológica de chiles silvestres y semidomesticos de la región huasteca de México. Recuperado el 29 de agosto 2025. Obtenido de,  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Agroproductividad/2015/vol8/no1/2.pdf>
- Merida-Torres, M. Martinez-Maximo, T. Cruz-Esteban, S. (2007). Ecología química de la araña roja de dos manchas. Recuperado el 6 de diciembre 2025. Obtenido de <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/ecologia-quimica-de-la-arana-roja-de-dos-manchas>
- NAPPO. (2014). Protocolos de diagnóstico de la NAPPO, Recuperado el 25 de septiembre 2025. Obtenido de,  
[https://nappo.org/application/files/6015/9353/4536/DP\\_03Tetranychidae-s.pdf](https://nappo.org/application/files/6015/9353/4536/DP_03Tetranychidae-s.pdf)
- Nee, M. (1986). *Capsicum annuum* L. Recuperado el 29 de septiembre 2025. Obtenido de,



<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/capsicum-annuum/fichas/ficha>

Ohler, A. (2024). ¿Cuánto tardan en germinar las semillas de jalapeño? Recuperado el 11 de septiembre 2025. Obtenido de, <https://brightlanegardens.com/edible-garden/vegetable-seed-starting/how-long-do-jalapeno-seeds-germinate/>

Owens, D, y Stubbs, C. (2024). Acaro araña roja de dos manchas. Recuperado el 13 de julio del 2025 Obtenido de, <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/two-spotted-spider-mites/>

Pire, R. (2018). Tamaño de los poros del suelo y crecimiento de raíz y vástago del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Agrociencia. *versión On-line* ISSN 2521-9766 *versión impresa* ISSN 1405-3195

Programa de ordenamiento ecológico del territorio del estado. (2022). Recuperado el 28 de junio del 2025. Obtenido de, <https://sma.gob.mx/caracterizacion/>

Ramírez-Novoa, U. Cervantes Ortiz, F. Raya- Pérez, J. Andrio-Enriquez, E. (2018). Diversidad morfológica del chile de Querétaro y Guanajuato. Revista mexicana de ciencias agrícolas *versión impresa* ISSN 2007-0934

Research, C. (2017). Moscas blanca- Plagas y Enfermedades. Recuperado el 1 de diciembre del 2025. Obtenido de, <https://www.canna-cl.com/articles/mosca-blanca-plagas-y-enfermedades>

Reséndiz-García y Castillo-Olivas, (2018). Biología del acaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) en laboratorio en Chapingo, Estado de México. *Acarologia y Aracnologia*, 5: 40-45.

Reséndiz-García. (2018). *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). Recuperado el 24 de agosto del 2025. Obtenido de,



<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-es-parte-de-nuestra-riqueza-mexicana>

SADER. (2020). El chile El chile es parte de riqueza mexicana. Recuperado el 12 d 23 de septiembre 2025. Obtenido de, <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-es-parte-de-nuestra-riqueza-mexicana>

Sánchez, I. Mendoza, M. (2004). Producción de chile jalapeño con riego localizado tipo cintilla y acolchado. Recuperado el 15 de julio de 2025. Obtenido de,

Sánchez-Toledo, B. Echevarria- Chaires, F. Situación actual y futura de la cadena productiva del chile: un caso de estudio en Zacatecas México. Revista fitotecnia mexicana. Versión impresa ISSN 0187- 7380.2023

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Reconoce Gobierno de México la importancia del chile en identidad cultural y gastronómica del país. Recuperado el 7 de septiembre del 2025. Obtenido de, <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/reconoce-gobierno-de-mexico-la-importancia-del-chile-en-identidad-cultural-y-gastronomica-del-pais>

Secretaria de ciencia, humanidades Tecnología de innovación. (2021). Recuperado el 28 de junio 2025. Obtenido de, <https://www.ciad.mx/el-chile-como-parte-de-la-cultura-alimenticia-de-mexico/>

Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganaderis, Desarrollo Rural. Pesca. Consultado el 8 de septiembre 2025. <https://nube.siap,gob.mx/cierreagricola>

SIAP, (2024). El chile como parte de la cultura alimenticia de México. Recuperado el 2 agosto 2025. Obtenido de, <https://www.ciad.mx/el-chile-como-parte-de-la-cultura-alimenticia-de-mexico/>



- SIAP. (2020). Cultivo de chile en México, Recuperado el 29 de junio 2025.  
Obtenido de, [https://www.\\_files/21.%20Cultivo%20de%20Chile%20en%20Mexico.pdf](https://www._files/21.%20Cultivo%20de%20Chile%20en%20Mexico.pdf)
- Silva, G. (2012). Insecticidas botánicos. Recuperado el 10 de septiembre.  
Obtenido de, <https://ipmworld.umn.edu/silva-aguayo-botanical>
- Suarez. V. (2011). Elaboración de Extractos vegetales 30 de junio del 2025.  
Recuperado de, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737322/10\\_Extractos\\_vegetales.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737322/10_Extractos_vegetales.pdf)
- Tuttle, D.M., E.W. Baker, and M.J. Abbatiello. 1976. Spider mites of México (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 2: 1-108
- Valenzuela-Escoboza, F. Bautista-Martínez. Lomelí-Flores, J. Valdez- Carrasco, J. Cortez- Mondaca, E. Palacios-Torres, R. Identificación y fluctuación del minador de la hoja *Liriomyza* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. Versión On-line ISSN 2448-8445 versión impresa ISSN 0065-1737. *Acta zool Mex* vol. 26 no. 3 Xalapa dic. 2010
- Vázquez Vázquez, C. Garcia-Hernandez, L. (2011). Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) *Revista Chapingo. Serie horticultura* (17). versión On-line ISSN 2007-4034 versión impresa ISSN 1027-152X
- Vega y Uzcanga, (2020). Indicadores básicos para el análisis de la producción de chile jalapeño a nivel nacional. Recuperado el 15 septiembre 2025.  
Obtenido de, <https://www.redalyc.org/journal/141/14165939001/h>
- Viñuela, E. Budia, F. (2012). Los insecticidas reguladores del crecimiento y la cutícula. *BOL.SAN.VEG.PLAGAS*, 17, 2012.
- Zamora. (2023). Conocido como *Scirtothrips dorsalis* comenzando a infestar las plantas a principios de la temporada. Recuperado el 1 de diciembre 2025.



Obtenido de, <https://www.bruneer.com.mx/dano-severo-a-las-plantas-por-s-dorsalis>