



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

UNIDAD ACADÉMICA DE AGRICULTURA

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

BIOPLAGUICIDAS POTENCIALES PARA EL CONTROL
DE *Tetranychus urticae* Koch

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
EN AGRICULTURA PROTEGIDA

PRESENTA

ING. GUILLERMO FEDERICO ROBLES BERMÚDEZ

XALISCO, NAYARIT, DICIEMBRE DE 2018





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

UNIDAD ACADÉMICA DE AGRICULTURA

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

BIOPLAGUICIDAS POTENCIALES PARA EL CONTROL
DE *Tetranychus urticae* Koch

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
EN AGRICULTURA PROTEGIDA

PRESENTA

ING. GUILLERMO FEDERICO ROBLES BERMÚDEZ

XALISCO, NAYARIT, DICIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
UNIDAD ACADÉMICA DE AGRICULTURA
MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

C. DR. OCTAVIO JONATHAN CAMBERO CAMPOS.
COORDINADOR DEL POSGRADO MIAP.
PRESENTE.

Xalisco Nayarit, 13 de diciembre del 2018

Los suscritos integrantes del Cuerpo Tutorial para asesorar la Tesis titulada: Bioplaguicidas potenciales para el control de *Tetranychus urticae* Koch, que presenta el C. **Guillermo Federico Robles Bermúdez** (Generación 2016-2018), para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Agricultura Protegida, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para su titulación.

Sin otro asunto que tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Director: Dr. Agustín Robles Bermúdez.



Asesor: Dr. Ricardo Javier Flores Canales.

Asesor: Dr. Nestor Isiordia Aquino.



Asesor: M. C. Miguel Díaz Heredia.



MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

MIAP/141/18.

Xalisco, Nayarit; 13 de diciembre de 2018.

ING. JOSÉ ERNESTO VILLANUEVA TREJO
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

Con base al oficio de fecha 08 de diciembre del presente enviado por los CC. Dr. Agustín Robles Bermúdez, Dr. Ricardo Javier Flores Canales, Dr. Néstor Isiordia Aquino y M.C. Miguel Díaz Heredia, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, por tanto se autoriza su impresión; y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza el C. Guillermo Federico Robles Bermúdez, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado del Programa de Maestría en Agricultura Protegida.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo nuestro a lo Universal"

JHONATHAN CAMBERO C
Dr. Octavio Jhonathan Cambero Campos
Coordinador



c.c.p. El interesado.
c.c.p. Archivo



ÍNDICE

	Página
DEDICATORIAS	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
LISTA DE FIGURAS Y CUADROS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 <i>Tetranychus urticae</i>	3
2.1.1 Ubicación taxonómica	3
2.1.2 Características taxonómicas	3
2.1.3 Morfología	4
2.1.3.1 Huevecillo	4
2.1.3.2 Larva	4
2.1.3.3 Ninfas	5
2.1.3.4 Adultos	5
2.1.4 Biología	5
2.1.5 Distribución	6
2.1.6 Hábitos y daños	6
2.1.7 Manejo integrado	7
2.1.7.1 Control químico	7
2.1.7.2 Control biológico	8
2.2 Bioplaguicidas	8
2.2.1 Importancia	9
2.2.2 Plaguicidas botánicos	10
2.2.3 Bioacaricidas	11
2.3 El bioensayo	14
2.3.1 Torre de Potter	14

	Página
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Ubicación del experimento	16
3.2 Material biológico	16
3.3 Recolección	16
3.4 Identificación de <i>T. urticae</i>	16
3.5 Productos evaluados	17
3.5.1 Abagreen	17
3.5.2 Akabrown [®]	17
3.5.3 Progranic [®]	18
3.5.4 Trilogy [®]	18
3.5.5 Agrimec [®] (Abamectina)	19
3.6 Diseño experimental y tratamientos	19
3.7 Aplicación de los tratamientos	19
3.8 Bioensayo	20
3.9 Variable evaluada (Porcentaje de mortalidad)	20
3.10 Análisis estadístico	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Identificación del ácaro de dos manchas	21
4.2 Susceptibilidad	22
4.3 Productos evaluados	23
4.3.1 Abagreen	23
4.3.2 Akabrown [®]	24
4.3.3 Progranic [®]	25
4.3.4 Trilogy [®]	25
4.3.5 Agrimec [®] (Abamectina)	26
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	28
CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA	29

DEDICATORIAS

A mi Madre.

Angelina Bermúdez Navarro.

Porque gracias a su esfuerzo y dedicación, he llegado a donde estoy, de la cual me siento muy orgulloso.

A mi Padre.

Federico Robles Casas.

Por sus palabras y consejos, por siempre alentarme a seguir superándome.

A mis Hermanos.

Ludwin Jordan, Norma Lidia, Julia, Cristina, Victoriano[†], Agustín, Silvestre, Margarita y Braulio.
Con los que he compartido, buenos y malos momentos.

A mi Tío.

Quirino Fragoso Navarro[†], por sus consejos para seguir adelante.

A mi Esposa.

Ana Elizabeth Ramírez Bucio, por todo tu amor y paciencia.

A todos ellos, con cariño y gratitud por el apoyo moral, su sacrificio y ejemplo, que me han impulsado a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo que hoy concluye es el resultado de un gran esfuerzo y dedicación no solo de mi persona, sino también de un gran número de personas e instituciones educativas que me brindaron su tiempo y apoyo, por ello quiero expresar mi más profundo agradecimiento a:

A la Universidad Autónoma de Nayarit.

A la Unidad Académica de Agricultura

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

A la Maestría Interinstitucional en Agricultura Protegida (MIAP) que forma parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

A mi Cuerpo Tutorial.

- Al Dr. Agustín Robles Bermúdez.

Por la dirección del presente trabajo, así como por la confianza otorgada al transmitirme sus conocimientos en el ámbito de la investigación científica.

- Al Dr. Ricardo Javier Flores Canales.
- Al Dr. Néstor Isiordia Aquino.
- Al M.C. Miguel Díaz Heredia.

Por su colaboración, consejos y correcciones para concluir esta investigación.

Al Dr. Jesús Alberto Acuña Soto, del Colegio de postgraduados del Campus Montecillo, Texcoco, del Estado de México, por su gran apoyo en la identificación del ácaro *T. urticae* Koch.

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

No.	Figuras	Página
1.	Forma típica del edeago de <i>Tetranychus urticae</i>	4
2.	Edeago de <i>T. urticae</i> a 10 X	21
3.	Edeago de <i>T. urticae</i> a 40 X	21
4.	Edeago de <i>T. urticae</i> a 100 X	21

Cuadros

1.	Acaricidas químicos utilizados en campo abierto y en condiciones protegidas.	7
2.	Familia y nombre científico de las plantas utilizadas para la extracción de aceites esenciales y compuestos con actividad biológica en ácaros fitófagos.	12
3.	Nombre común y científico, compuestos en las plantas con actividad bioplaguicida.	14
4.	Valores de la CL ₉₅ en orden creciente de los bioplaguicidas evaluados con el método de aspersión en Torre de Potter en <i>T. urticae</i> Koch.	23
5.	Susceptibilidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> Koch al bioplaguicida Abagreen® utilizando aspersión en Torre de Potter.	24
6.	Susceptibilidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> Koch al bioplaguicida Akabrown® utilizando aspersión en Torre de Potter.	25
7.	Susceptibilidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> Koch al bioplaguicida Progranic® utilizando aspersión en Torre de Potter.	25
8.	Susceptibilidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> Koch al bioplaguicida Trilogy® utilizando aspersión en Torre de Potter.	26
9.	Susceptibilidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> Koch al acaricida químico Agrimec® utilizando aspersión en Torre de Potter.	27

RESUMEN

BIOPLAGUICIDAS POTENCIALES PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* Koch.

Guillermo Robles Bermúdez. Maestro en Ciencias

Universidad Autónoma de Nayarit. 2018

Se realizaron estudios comparativos para determinar la efectividad, la CL_{50} y CL_{95} de cuatro bioplaguicidas y un acaricida químico en cuatro poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch, procedentes de los municipios de Compostela, Jala, Santa María del Oro y Xalisco, Nayarit. De cada localidad se colectaron al menos 5000 ninfas y 3000 adultos en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) y fresa (*Fragaria × ananassa* Weston Duchesne) en condiciones protegidas. Los individuos se identificaron y colocaron en plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L., variedad peruano de 40 días de edad y se reprodujeron hasta F_1 para realizar los ensayos biológicos utilizando el método de aspersión Torre de Potter. Se determinó el rango de dosis que eliminaba del 0 a 100 % de los individuos tratados (ventana biológica). Se incluyeron de 8 a 11 concentraciones con seis repeticiones realizadas en diferentes días. Se utilizaron hembras adultas para determinar las líneas log dosis-Probit. En todas las localidades, la mayor mortalidad se obtuvo con el acaricida químico Agrimec® (Abamectina) con valores de CL_{95} de 2.616- 3.394 mg L⁻¹. En Compostela y Santa María del Oro, la mayor mortalidad se obtuvo con el bioplaguicida Akabrown® con CL_{95} de 9.968 y 9.484 mg L⁻¹, respectivamente. En Jala y Xalisco, la mayor mortalidad se obtuvo con el bioplaguicida Abagreen con CL_{95} de 8.553 y 7.862 mg L⁻¹, respectivamente. Cada bioplaguicida registró diversos índices de mortalidad con respecto a la dosis aplicada, sin embargo, representan una opción sustentable para ser incorporados en programas de manejo de resistencia con base a umbrales de acción de la plaga.

Palabras clave: Ácaro de dos manchas, Bioensayo, Bioplaguicidas, Torre de Potter.

ABSTRACT

Potential biopesticides for the control of *Tetranychus urticae* Koch.

Guillermo Robles Bermúdez. Master of Science

Autonomous University of Nayarit. 2018

Comparative studies were made to determine the effectiveness, CL50 and CL95 of four biopesticides and a chemical acaricide in four populations of *Tetranychus urticae* Koch, from Xalisco, Compostela, Santa Maria del Oro and Jala, Nayarit. From each locality at least 5000 nymphs and 3000 adults were collected in the tomato crop (*Lycopersicon esculentum* Miller) and strawberry crop (*Fragaria × ananassa* Weston Duchesne) both developed in protected conditions. Individuals were identified and placed in bean plants *Phaseolus vulgaris* L, a 40-day-old Peruvian variety, and reproduced until F1 to carry out the bioassays by means the Potter's Tower. The dose range that eliminated from 0 to 100% of the treated individuals (biological window) was determined. Eight to eleven concentrations with six repetitions were made in different days. Adult females were evaluated to determine the log doses-Probit lines. In all localities, the highest mortality was obtained with the chemical acaricide Agrimec® (Abamectin) with CL95 values of 2,616- 3,394 mg L⁻¹. Treatments with bioplaguicides that have a lower CL₉₅ were Abagreen® with 8,553 and 7,862 mg L⁻¹ from Jala and Xalisco, followed by Akabrown® with 9,484 and 9,968 mg L⁻¹. Biopesticides registered different mortality rates with respect to the applied dose, however, they represent a sustainable option to be incorporated in resistance management programs.

KEY WORDS: Two-spotted mite, bioassay, biopesticides, Potter's Tower.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) es una plaga polífaga cosmopolita, se alimenta de más de 1,100 especies de plantas que pertenecen a más de 140 familias botánicas (Grbić *et al.*, 2011). Es una plaga importante en cultivos anuales y perennes, en campo abierto y en condiciones protegidas (Cazaux *et al.*, 2014; Van Leeuwen *et al.*, 2015; Çağatay *et al.*, 2018).

El daño por alimentación de *T. urticae* disminuye el rendimiento de los cultivos (Rabbinge, 1985), reduce la tasa fotosintética total y la cantidad de clorofila en las hojas (Park y Lee, 2002). Puede causar necrosis, defoliación, debilidad y muerte en la planta (Zhang y Jacobson, 2000).

La especie *T. urticae* presenta un ciclo de desarrollo corto, reproducción arrenotoca y alta fertilidad (Pavela, 2016), desarrolla rápidamente resistencia a las sustancias activas de acaricidas (Çağatay *et al.*, 2018). Esta especie es resistente a 95 ingredientes activos con 501 casos registrados (Whalon *et al.*, 2018), esto enfatiza en la necesidad de un manejo eficiente de la resistencia (Sajfrtova *et al.*, 2013).

La actual búsqueda de alternativas naturales para la protección de cultivos se debe al desarrollo de resistencia de las plagas a los ingredientes activos, la amenaza de los plaguicidas a la biodiversidad acuática y terrestre, y el impacto negativo en la salud humana (Mahmood *et al.*, 2015). Los bioplaguicidas son productos derivados de materiales naturales (Disponible en: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>. Consultado el 23 de agosto 2018), incluyen, entre otros, los productos químicos derivados de plantas llamados plaguicidas botánicos (Seiber *et al.*, 2014).

Los plaguicidas botánicos son productos que se componen de los aceites esenciales que producen las plantas aromáticas en forma de metabolitos secundarios (Bakkali *et al.*, 2008). Estos plaguicidas tienen varios modos de acción y pueden afectar a plagas con acciones repelentes y anti alimentarias, fumigantes de toxinas de contacto, ocasionan la disrupción de la cutícula, y pueden reducir el crecimiento y la fecundidad de éstas (Sertkaya *et al.*, 2010).

El uso de acaricidas derivados de plantas se ha considerado como una alternativa a los acaricidas químicos (Rezk y Gadelhak, 2003; Rembold, 2005), tienen un amplio espectro de actividad contra los ácaros fitófagos (Attia *et al.*, 2013), esta puede ser de contacto, fumigante y repelente, la cual se demuestra en diversos trabajos de investigación (Sertkaya *et al.*, 2010; Alfonso *et al.*, 2012; Zandi-Sohani y Ramezani, 2015); y estudios con énfasis en *T. urticae* (Aslan *et al.*, 2004; Çalmaşur *et al.*, 2006; Miresmailli *et al.*, 2006; Afify *et al.*, 2012; Azimzadeh *et al.*, 2013; Pavela, 2016; Pavela *et al.*, 2016; Pavela *et al.*, 2017).

La toxicología de plaguicidas es el estudio de la acción tóxica del producto de estudio (Ackermann, 1979). Para medir la efectividad biológica de un producto en un sistema vivo en comparación con un sistema estándar, se utiliza un proceso experimental denominado bioensayo (Ackermann, 1979; Stephenson *et al.*, 2006). La Torre de Potter es un dispositivo de aspersión de plaguicidas utilizado en laboratorios, el método de aspersión que se usa para realizar bioensayos lleva el mismo nombre. En este dispositivo se utilizan las condiciones de aire turbulento dentro de una cámara cilíndrica para mejorar la uniformidad del depósito del producto a evaluar sobre el área objetivo (Busvine, 1957).

1.1 Objetivo.

Evaluar la actividad acaricida de cuatro bioplaguicidas comerciales y un producto acaricida químico, en poblaciones de *T. urticae*, para determinar las dosis y concentraciones letales de estos productos.

1.2 Hipótesis.

Al menos uno de los productos aplicados registrará mortalidad en las poblaciones de ácaros.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *Tetranychus urticae*.

2.1.1 Ubicación taxonómica.

La especie *T. urticae*, está clasificada, según la National Center for Biotechnology Information (Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Consultado el 1 de septiembre 2018) de la siguiente manera:

Reino: Animalia
Subreino: Eumetazoa
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Chelicerata
Clase: Arachnida
Subclase: Acari
Orden: Acariformes
Suborden: Prostigmata
Superfamilia: Tetranychoidae
Familia: Tetranychidae
Género: *Tetranychus*
Especie: *urticae* Koch

2.1.2 Características taxonómicas.

Las hembras se caracterizan por tener una estría en forma de rombo entre el tercer y cuarto par de setas histerosomales centrales dorsal, setas y lóbulos triangulares, semicirculares y oblongos en las estrías en esta área (Meyer, 1987; Zhang y Jacobson, 2000).

Los machos se caracterizan por tener el ápice del edeago en forma de botón, dorsalmente convexo, con una proyección interna aguda, formando generalmente un ángulo con el gancho de más de 140°.

el lóbulo exterior se estrecha de forma aguda (Van de Bund y Helle 1960; Meyer, 1987; Zhang y Jacobson, 2000). La forma del edeago (Figura 1) se usa en la investigación como valor taxonómico para diferenciar entre las especies de *Tetranychus* (Van de Bund y Helle, 1960; Zhang y Jacobson, 2000), para otros autores, los criterios morfológicos y biológicos son más eficientes y más confiables (Auger *et al.*, 2012).

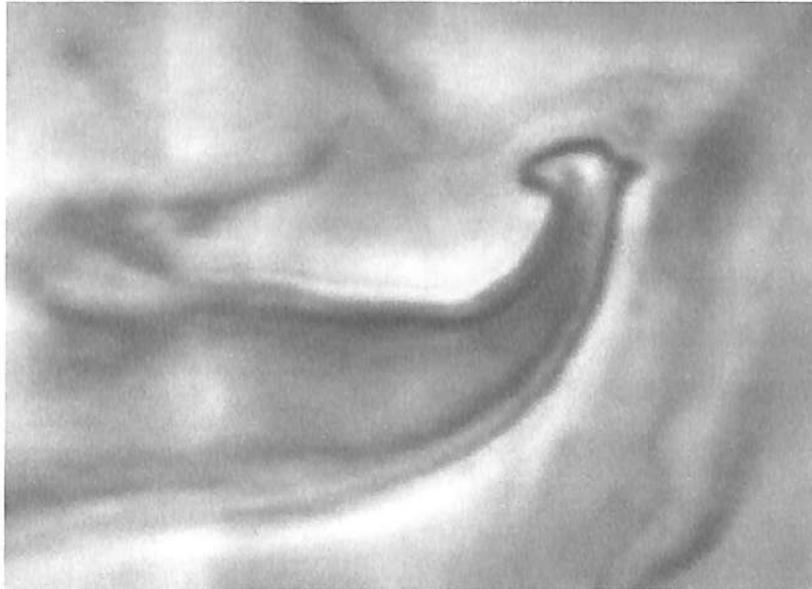


Figura 1. Forma típica del edeago de *Tetranychus urticae*.

2.1.3 Morfología.

2.1.3.1 Huevecillo.

Los huevecillos son de forma esférica, lisos y translucidos, se tornan amarillo-nacarados al finalizar la incubación. Es posible observar los estigmas oculares rojizos (Van de Bund y Helle 1960; Zhang y Jacobson, 2000).

2.1.3.2 Larva.

La larva es esférica, hexápoda y es de color amarillo; después de la alimentación aparecen dos manchas negras en ambos lados de la línea media dorsal del idiosoma. Tiene un ciclo de un día a 23 °C (Jeppson *et al.*, 1975; Zhang y Jacobson, 2000).

2.1.3.3 Ninfas.

Las ninfas recién mudadas son de color ámbar o de color amarillo a verdoso; después de un tiempo tienen el mismo color que los adultos. Las manchas oscuras de color café en ambos lados de la línea media dorsal del idiosoma son ligeramente evidentes (Van de Bund y Helle, 1960). Tienen cuatro pares de patas cortas y la forma del cuerpo es ovalada (Zhang y Jacobson, 2000).

2.1.3.4 Adultos.

Las hembras adultas miden de 400-500 μm , recién emergidas son de color blanco, después cambian a un color amarillo a grisáceo; tienen las manchas dorsales bien diferenciadas (Zhang y Jacobson, 2000). En el dorso del abdomen presenta 26 setas dorsales lanceoladas y curvadas hacia atrás. Los peritremas en forma de "U". El tarso I tiene cuatro setas táctiles próximas a las setas dobles, la tibia I tiene nueve setas táctiles y una sensorial (Van de Bund y Helle 1960; Jeppson *et al.*, 1975).

Los machos son de menor tamaño que las hembras, el histerosoma es de forma cónica (Zhang y Jacobson, 2000). Son de color translucido, presentan el mismo número de setas que las hembras, las manchas en el idiosoma son casi imperceptibles y de color gris. El tarso I tiene cuatro setas táctiles y dos sensoriales, próximas a las setas dobles, la tibia I tiene nueve setas táctiles y cuatro sensoriales (Jeppson *et al.*, 1975).

2.1.4 Biología.

La temperatura óptima de desarrollo de *T. urticae* es de 26 °C, puede tolerar temperaturas de 8.8 a 43.8 °C. A temperaturas de 30 a 32 °C el periodo de incubación es de 3-5 días, el desarrollo de la hembra es de 4-5 días, el periodo de preoviposición es de 1-2 días. El ciclo completo es de 30 días, en esta etapa la hembra deposita de 90 a 100 huevecillos (Jeppson *et al.*, 1975).

El potencial de esta plaga para incrementar su población está relacionada con el número de huevecillos ovipositados, el periodo de ovoposición, la tasa de desarrollo, la proporción de sexos, la condición de la planta hospedante y factores abióticos como temperatura, humedad, viento y lluvia (Huffaker *et al.*, 1969).

2.1.5 Distribución.

Este ácaro fitófago tiene distribución mundial, se alimenta de más de 1,100 especies de plantas que pertenecen a más de 140 familias (Grbić *et al.*, 2011). Es una plaga importante en cultivos anuales y perennes, en campo abierto y en condiciones protegidas (Cazaux *et al.*, 2014; Van Leeuwen *et al.*, 2015; Çağatay *et al.*, 2018).

2.1.6 Hábitos y daños.

Los huevecillos son colocados en grupos en el haz y por el envés, generalmente protegidos por la telaraña (Zhang y Jacobson, 2000). Pueden presentar partenogénesis arrenotoca, donde los huevecillos sin fertilizar dan origen a machos (Jeppson *et al.*, 1975).

A partir del estado de deutoninfa los individuos producen seda o telaraña en glándulas localizadas en los tarsos de los pedipalpos, estas se extienden hasta los tarsos donde emergen en unas estructuras llamadas eupatidios (Jeppson *et al.*, 1975), con la telaraña establecen un microhábitat colonial, se protegen contra agentes abióticos y depredadores, se comunican y proporcionar un vehículo para la dispersión (Grbić *et al.*, 2011).

La especie plaga se alimenta de las células en el haz y con mayor regularidad en el envés de las hojas, perfora las células y consume su contenido, disminuye la tasa fotosintética total y la cantidad de clorofila (Park y Lee, 2002), esto reduce el rendimiento de los cultivos (Rabbinge, 1985). En las hojas se observan lesiones de color amarillento a blanquecino. Los daños severos por alimentación y por deposición de telaraña en flores, frutos, hojas y tallos, pueden hacer que las hojas se necrosen y caigan, la planta puede morir prematuramente (Zhang y Jacobson, 2000).

Esta plaga se presenta en plantaciones bajo condiciones protegidas, las condiciones de temperatura y humedad en los invernaderos favorecen su reproducción y desarrollo. *T. urticae* puede completar una generación en una semana (Duzgunes y Cobanoglu, 1983).

2.1.7 Manejo integrado.

2.1.7.1 Control químico.

El uso de los acaricidas químicos es el método de control más utilizado en condiciones de campo abierto y ambientes protegidos como invernaderos (Marcic, 2012), los productos acaricidas se utilizan para repeler o disminuir la población de la plaga (Steiner *et al.*, 2010). En su investigación, Isman (2000) menciona que las moléculas químicas sintéticas tienen mayor efectividad en el control de ácaros fitófagos en comparación con los extractos naturales de plantas. Existen varias moléculas químicas para el control de ácaros fitófagos, pero el número de acaricidas registrados para su uso en determinado cultivo es limitado (Van Leeuwen *et al.*, 2009) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acaricidas químicos utilizados en campo abierto y en condiciones protegidas.

Grupo químico/modo de acción	Ingrediente activo	
Carbamatos/ Inhibidores de la acetilcolinesterasa	Aldicarb, Bendiocarb, Carbaryl, Carbofuran, Fenobucarb, Formetanato, Metiocarb, Oxamil, Propoxur.	
Organofosforados	Azinphos-etil, Azinphos-metilo, Chlorfenvinfos, Chlorpyrifos, Chlorpyro-methyl, Coumaphos, Demeton-S-metilo, Diazinon, Dichlorvos, Dimethoate, Disulfoton, Ethion, Fention, Heptenofos, Malatión, Mocarbam, Metamidofos, Mevinphos, Monocrotofos, Omethoate, Parathion, Paratión-etilo, Phorate, Phosalone, Phosmet, Phoxim, Pirimifos-etil, Prophenophos, Quinalphos, Sulfotep, Tetrachlorvinphos, Triazofos, Trichlorfon, Vamodothion.	
Ciclodienos organoclorados/ Antagonistas del canal de cloro regulado por GABA	Endosulfan, Dicofol	
Piretroides/ Agonistas sinápticos	Acrinathrin, Bifenthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, Fenpropathrin, Fenvalerate, Fucythrinate, Flumethrin, Tau-fluvalinate, Halfenprox, Lubrocyrthrin, Permethrin.	
Acaricidas organoestañados	Azocyclotin, Cyhexatin, Fenbutatin oxide	
Benzoilureas/ Inhibidores de la síntesis de quitina	Flucycloxuron, Flufenoxuron	
METI-acaricidas/ Inhibidores del transporte de electrones del complejo mitocondrial I	Fenazaquin, Fenpyroximate, Pyrimidifen, Pyridaben, Tebufenpyrad	
Compuestos espirocíclicos/ Inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa	Spirodiclofen, Spiromesifen	
Organoclorados/ Modo de acción desconocido o incierto	Dicofol, Tetradifon	
Carbazato de hidracina/ Modo de acción desconocido o incierto	Bifenazate	
Lactonas macrocíclicas/ Activadores de canales de cloro	Abamectin, Milbemectin	
Pirrol halogenado N-sustituido/ Desacoplador de la fosforilación oxidativa	Chlorfenapyr	
Otros químicos	Modo de acción	Ingrediente activo
	Inhibidores de la ATP sintetasa mitocondrial	Diafenthiuron
	Antagonista de la octopamina	Amitraz
	Inhibidores del transporte de electrones mitocondriales	Acequinocyl, Flucrypyrim
	Inhibidores del crecimiento de ácaros	Clofentezine, Hexythiazox, Etoxazole

Fuente: Disponible en: <http://www.irc-online.org/>. Consultado el 23 de agosto de 2018.

Las abamectinas pertenecen al grupo de lactonas macrocíclicas con efecto insecticida, acaricida y nematocida de nueva generación (Campos *et al.*, 1996). Este grupo de plaguicidas no ha sido ampliamente usado, algunos estudios han reportado desarrollo de bajos a moderados niveles de resistencia en poblaciones de *T. urticae* (Vásquez y Ceballos, 2009). El ingrediente activo de este producto son las avermectinas B1 y B1b, el mecanismo de acción se describe como la unión de este compuesto a los ácido gamma-aminobutírico (GABA) y a los canales de cloruro regulados por glutamato (GluCl), el modo de acción es descrito como la apertura de los canales de cloruro en los nervios, lo que resulta en la interrupción de la actividad y la pérdida de la función en estas células que conducen a la parálisis y la muerte (Raymond y Sattelle, 2002; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

Una de las principales desventajas de estos productos es que contribuye a altos niveles de resistencia con el uso intensivo (Yorulmaz y Ay, 2009; Van Leeuwen *et al.*, 2012). Además, las moléculas químicas son de alto precio (Jeppson *et al.*, 1975), afectan a los organismos no objetivo, pueden ser peligrosos para el medio ambiente (Van Leeuwen *et al.*, 2007, 2010) y a los humanos por su posible efecto carcinogénico y alta toxicidad aguda (Sertkaya *et al.*, 2010).

2.1.7.2 Control biológico.

El uso de depredadores es una práctica común para control de los ácaros como *T. urticae*, se utilizan con mayor frecuencia individuos de la familia Phytoseiidae (Ferrero *et al.*, 2011), quienes también se alimentan de *Orius laevigatus* y *Frankliniella occidentalis* (Zappalà *et al.*, 2012).

La especie *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) es un depredador especializado que se alimenta exclusivamente de especies de *Tetranychus*; el crecimiento de su población se encuentra directamente relacionada con la presencia de su presa. Un adulto tiene la capacidad de consumir 34 huevos o 4.8 hembras y 10 juveniles de *T. urticae* por día (McMurtry y Croft, 1997).

2.2 Bioplaguicidas.

Son productos derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales, estos también son llamados plaguicidas biológicos, plaguicidas bioquímicos, plaguicidas bioracionales y plaguicidas botánicos (Alfonso *et al.*, 2012).

Los bioplaguicidas, incluyen los productos químicos de origen botánico y microbiano, los semioquímicos y los protectores incorporados a las plantas (PIP), estos son utilizados en el manejo de plagas, al igual que el control biológico, los métodos culturales y los sintéticos más nuevos (Seiber *et al.*, 2014).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) reconoce tres categorías de bioplaguicidas (Disponible en: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>. Consultado el 23 de agosto 2018):

1. Bioquímicos. Compuestos naturales utilizados para el manejo de plagas.
2. Protectores incorporados a las plantas (PIP), que son el resultado de transgenes que imparten la síntesis de compuestos naturales para el manejo de plagas en cultivos, por ejemplo, toxina *Bt* transgénica.
3. Organismos de control biológico, por ejemplo, hongos microbianos.

2.2.1 Importancia.

Los bioplaguicidas, incluidos los insecticidas botánicos, captan la atención de productores y consumidores de alimentos, su uso está en aumento (Seiber *et al.*, 2014; Isman, 2015). Los expertos predicen crecimiento en las ventas en los próximos 5 a 10 años, del 4 al 5 % del mercado mundial de plaguicidas en la actualidad hasta el 20 % del mercado para 2025 (Isman, 2015).

Estos productos, afectan solo a la plaga objetivo y organismos estrechamente relacionados, expresan baja toxicidad a mamíferos y son seguros para los humanos, tienen reducida persistencia en el medio ambiente por lo que son potencialmente utilizables en la agricultura orgánica (Seiber *et al.*, 2014). Otra característica útil es que son efectivos en cantidades pequeñas, lo que resulta en exposiciones más bajas y evitan problemas de contaminación. Se utilizan como un componente de los programas de Manejo Integrado de Plagas y reducen el uso de plaguicidas convencionales (Disponible en: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>. Consultado el 23 de agosto 2018).

2.2.2 Plaguicidas botánicos.

Son productos de origen natural que se componen de los aceites esenciales volátiles que producen las plantas aromáticas en forma de metabolitos secundarios (Bakkali *et al.*, 2008).

Aproximadamente 17,500 especies de plantas poseen aceites esenciales, la mayoría pertenecen a las familias Amaryllidaceae, Apiaceae, Asteraceae, Atherospermataceae, Burseraceae, Cupressaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Phytolaccaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae y Zingiberaceae (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Los componentes principales de los aceites esenciales son monoterpenos, sesquiterpenos, fenoles, óxidos, éteres, alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas. Se conocen más de 3,000 aceites esenciales, los cuales son mezclas naturales muy complejas que pueden contener entre 20 y 60 componentes en diferentes concentraciones (Bakkali *et al.*, 2008).

Los aceites esenciales participan en las defensas directas e indirectas de la planta a ciertos organismos, estos repelen e inhiben bacterias, virus, hongos, insectos, ácaros y herbívoros (Bakkali *et al.*, 2008, Regnault-Roger *et al.*, 2012; Pavela y Benelli, 2016). Son importantes en los procesos de reproducción vegetal mediante la atracción de polinizadores y dispersores de semillas, además, protegen a las plantas de factores abióticos, por ejemplo, promueven la termotolerancia de las plantas (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Los plaguicidas botánicos tienen varios modos de acción y pueden afectar a plagas como repelentes y antialimentarios, como fumigantes de toxinas de contacto y como disruptores de las cutículas, pueden reducir el crecimiento y la fecundidad (Sertkaya *et al.*, 2010). Aunque a la fecha, no son claras las funciones y la especificidad de los metabolitos responsables de la actividad plaguicida. La percepción del modo de acción es lineal, es probable el mecanismo se comporte como una red, en la que las vías y las moléculas interactúen de una manera flexible y dinámica (Rattan, 2010).

Los plaguicidas de origen vegetal podrían ser explotados para el desarrollo de nuevas moléculas con un objetivo altamente preciso para el manejo sostenible de plagas de insectos en la agricultura (Rattan,

2010), aunque también se menciona que estos compuestos pueden afectar a insectos benéficos (Park y Tak, 2016).

2.2.3 Bioacaricidas.

El uso de acaricidas derivados de plantas se ha considerado como una alternativa a los acaricidas químicos (Rezk y Gadelhak, 2003; Rembold, 2005). Investigaciones recientes se han centrado en el uso de plantas aromáticas y medicinales como agentes de control de ácaros fitófagos (Sertkaya *et al.*, 2010; Alfonso *et al.*, 2012; Zandi-Sohani y Ramezani 2015). Existen estudios con énfasis en el uso de extractos y aceites naturales para el control de *T. urticae*, donde se concluye que los compuestos evaluados son altamente tóxicos (Cuadro 2). En el cuadro 3, se presentan algunas características de especies de plantas con actividad plaguicida: neem (*Azadirachta indica* A. Juss), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), orégano (*Lippia graveolens*), menta (*Mentha spicata*) y Clavo (*Syzygium aromaticum*).

Neem. La azadiractina, que se encuentra en los tallos, raíces y frutos (Dimetry, 2014) es uno de los compuestos más activos del neem, tiene efecto de repelencia (Dabrowski y Seredynska, 2007), anti-alimentario, inhibe el crecimiento y actúa como disruptor endocrino (Saltmarsh, 2013; López, 2005), afecta la reproducción, longevidad y la fecundidad de *T. urticae* por lo que es eficiente como acaricida (Schmutterer 1990; Castiglioni *et al.* 2002; Martínez-Villar *et al.* 2005; Dimetry, 2012).

Canela. Los principales compuestos activos de la canela son el trans-cinamaldehído, eugenol, safrol y linalol (Pavela *et al.*, 2016). Ahmad *et al.* (1995) reporta su efecto repelente contra insectos.

Orégano. El Thymol, Carvacrol, p-Cymene, γ -Terpinene, p-cimeno son los principales compuestos activos del orégano (Martínez-Velázquez *et al.*, 2011; Trainter y Genis, 1998; Baratta *et al.*, 1998; Russo *et al.*, 1998; Belitz *et al.*, 2004; Burt, 2004), tiene efecto repelente contra ácaros (Martínez-Velázquez, 2011).

Menta. El Carvone y el óxido de piperitenona, son los compuestos activos de la menta (Lopez *et al.*, 2005; Trainter y Genis, 1998; Belitz *et al.* 2004), tiene efecto insecticida (Trongtokit *et al.*, 2005; Koliopoulos *et al.*, 2010) y propiedades acaricidas.

Clavo. El Carvacrol, thymol, Eugenol, Cinnamaldehyde, son compuestos activos del clavo de olor (Chaieb *et al.*, 2007; Thorsell *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2011), estos tienen efecto insecticida (Ho *et al.*, 1994).

Cuadro 2. Familia y nombre científico de las plantas utilizadas para la extracción de aceites esenciales y compuestos con actividad biológica en ácaros fitófagos.

Familia	Nombre científico	TP	TE	Autores
Alliaceae	<i>Allium sativum</i>	F	R	Boyd y Alverson (2000) Dabrowski y Seredynska (2007)
		C	R	
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Carum carvi</i>	F	M	
Asteraceae	<i>Artemisia absinthum</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Tagetes glandulifera</i>	F	M	
	<i>Anthemis nobilis</i>	F	M	
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	C	M (larva) M (adulto)	Attia <i>et al.</i> (2012)
	<i>Hertia cheirifolia</i>	C	M (larva) M (adulto)	
	<i>Chamomilla recutita</i>	C	M	Afify <i>et al.</i> (2012)
	<i>Tagetes erecta</i>	C	M	Alfonso <i>et al.</i> (2012)
	<i>Tagetes patula</i>			
Brassicaceae	<i>Sinapsis alba</i>	C	R	Dabrowski y Seredynska (2007)
	<i>Moringa peregrina</i>	C F	C R O	Seifi <i>et al.</i> (2018)
Burseraceae	<i>Protium bahianum</i>	F	M Fe	Pontes <i>et al.</i> (2007)
	<i>Protium bahianum</i>	F	M R	Pontes <i>et al.</i> (2010)
Capparaceae	<i>Capparis aegyptia</i>	C	M R Fe	Hussein <i>et al.</i> (2006)
Caryophyllaceae	<i>Saponaria officinalis</i>	C	M	Pavela (2016)
		C	M	Pavela <i>et al.</i> (2017)
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	C	O	Chiasson <i>et al.</i> (2004)
Geraniaceae	<i>Pelargonium graveolens</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Cymbopogon citratus</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
Gramineae	<i>Cymbopogon martini</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i>	F	M	Wang <i>et al.</i> (2009)
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Origanum majorana</i>	F	M	
	<i>Origanum onites</i>	C	M	Sertkaya <i>et al.</i> (2010)
	<i>Thymbra spicata</i> subsp. <i>spicata</i>	C	M	
	<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>Stoechas</i>	C	M	
	<i>Lavandula agustifolia</i>	C	Fe	Mansour <i>et al.</i> (1986)
	<i>Lavandula officinalis</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Lavandula angustifolia</i> x <i>L. Latifolia</i>	C	Fe	Mansour <i>et al.</i> (1986)
	<i>Ocimum basilicum</i>	C	Fe	Mansour <i>et al.</i> (1986)
		F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
		F	M	Pavela <i>et al.</i> (2016)
	<i>Salvia sclarea</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Salvia fruticosa</i>	C	Fe	Mansour <i>et al.</i> (1986)
	<i>Salvia officinalis</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	C	Fe	Mansour <i>et al.</i> (1986)
		C	M	Miresmailli y Isman (2006)
		F	M	Zandi-Sohani y Ramezani (2015)
	<i>Mentha piperita</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
		C	F	Mansour <i>et al.</i> (1986)
	<i>Mentha spicata</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
C		R	Omar <i>et al.</i> (2009)	
F		M	Pavela <i>et al.</i> (2016)	

Cuadro 2.....continuación.

	<i>Mentha pulegium</i>	F C C F	M M (larva) M (adulto) M	Choi <i>et al.</i> (2004) Attia <i>et al.</i> (2012) Zandi-Sohani y Ramezani (2015)
	<i>Mentha viridis</i>	F	M	Zandi-Sohani y Ramezani (2015)
	<i>Micromeria fruticosa</i>	F	M	Çalmaşur <i>et al.</i> (2006)
	<i>Melissa officinalis</i>	C	F	Mansour <i>et al.</i> (1986)
	<i>Artemisia judaica</i>	C C	M R	El-Sharabasy (2010)
	<i>Tanacetum vulgare</i>	C	M	Chiasson <i>et al.</i> (2001)
	<i>Satureya hortensis</i>	F F	M M	Aslan <i>et al.</i> 2004 Zandi-Sohani y Ramezani (2015)
	<i>Satureya sahendica</i>	C	M	Azimzadeh <i>et al.</i> (2013)
	<i>Thymus vulgaris</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Nepeta racimosa</i>	F	M	Çalmaşur <i>et al.</i> (2006)
	<i>Origanum vulgare</i>	F	M	Çalmaşur <i>et al.</i> (2006)
	<i>Marjorana hortensis</i>	C	M	Afify <i>et al.</i> (2012)
	<i>Zataria multiflora</i>	F	M	Zandi-Sohani y Ramezani (2015)
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	C C C C C C C	R M M Fe O M R M	Dabrowski y Sereczynska (2007) Castiglioni <i>et al.</i> (2002) Martinez-Villar <i>et al.</i> (2005) Brito <i>et al.</i> (2006) Vinothkumar <i>et al.</i> (2009)
Myrtaceae	<i>Eugenia caryophyllata</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Eucalyptus citriodora</i>	F	M	
	<i>Eucalyptus globulus</i>	F	M	
	<i>Myrtus communis</i>	C	M (larva)	Attia <i>et al.</i> (2012)
	<i>Eucalyptus microtheca</i>	C	M	Azimzadeh <i>et al.</i> (2013)
	<i>Eucalyptus sp.</i>	C	M	Afify <i>et al.</i> (2012)
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	C	M	Neves <i>et al.</i> (2011)
Piperaceae	<i>Piper caldensis</i>	F	M	De Araujo <i>et al.</i> (2010)
Punicaceae	<i>Punica granatum</i>	F	Fe	Abo-Moch <i>et al.</i> (2010)
Rutaceae	<i>Citrus cinensis</i> var. <i>mimo</i>	F	R	De Araujo <i>et al.</i> (2010)
	<i>Citrus sinensi</i>	C	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	F F	M M	Choi <i>et al.</i> (2004) De Araujo <i>et al.</i> (2010)
	<i>Citrus bergamia</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)
	<i>Haplophyllum tuberculatum</i>	C C	M (larva) M (adulto)	Attia <i>et al.</i> (2012)
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i>	F	R	Antonious <i>et al.</i> (2006)
	<i>Capsicum annuum</i>	F	R	
	<i>Lycopersicon hirsutum</i>	C C	M R	Antonious y Snyder (2006)
	<i>Datura stramonium</i>	C	M	Kumral <i>et al.</i> (2009)
	<i>Brigmansia x candida</i>	C	M	Alfonso <i>et al.</i> (2012)
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	C	R	Dabrowski y Sereczynska (2007)
Verbenaceae	<i>Lippia sidoides</i>	F	M	Cavalcanti <i>et al.</i> (2010)
Zingiberaceae	<i>Elettaria cardamomum</i>	F	M	Choi <i>et al.</i> (2004)

C. Contacto. F. Fumigante. M. Mortandad. R. Repelencia. Fe. Fecundidad. O. Ovoposición. TE. Tratamiento evaluado. TP. Tipo de prueba

Cuadro 3. Nombre común y científico, compuestos en las plantas con actividad bioplaguicida.

Nombre común y científico de las plantas con sustancias bioplaguicidas.	Compuesto	Modo de acción	Autor (es)
Neem <i>Azadirachta indica</i>	Azadirachtin A, B, D, H, I, Desacetylnimbin, Azadiradione, Nimbin, Salanin, Azadirone, Nimbolin, Nimbinene, Nimbolide	Efecto anti-alimentario y causa retraso en la producción de la ecdisoma.	Akhtar <i>et al.</i> (2008); Shyma <i>et al.</i> (2014); Saltmarsh (2013), Dimetry (2014); Feng e Isman (1995).
Canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Trans-cinamaldehído, Eugenol, Safrol, Linalol	Repelente.	Lopez <i>et al.</i> (2005); Trainter y Genis, (1998); Belitz <i>et al.</i> (2004); Burt (2004)
Oregano <i>Lippia graveolens</i>	Thymol, Carvacrol, p-Cymene, γ -Terpinene, p-cimeno	Repelente.	Martínez-Velázquez <i>et al.</i> (2011); Trainter y Genis (1998); Baratta <i>et al.</i> (1998); Russo <i>et al.</i> (1998); Belitz <i>et al.</i> (2004); Burt (2004).
Menta <i>Mentha spicata</i>	Carvone, Oxido de piperitenona	Repelente.	Pavela <i>et al.</i> (2016).
Clavo <i>Syzygium aromaticum</i>	Carvacrol, thymol, Eugenol, Cinnamaldehyde	Repelente.	Chaieb <i>et al.</i> (2007); Thorsell <i>et al.</i> (2006); Barbosa <i>et al.</i> (2011).

2.3 El bioensayo.

La toxicología de plaguicidas es la ciencia de la acción del plaguicida, analiza el efecto toxico y su magnitud, examina las interacciones entre los factores que lo causan. También es una metodología de la medición, que elabora y aplica procedimientos científicos para la determinación de la medida absoluta o relativa de la acción toxica (Ackermann, 1979).

Stephenson *et al.* (2006) lo describen como un procedimiento para estimar la concentración o la actividad biológica de un plaguicida mediante la medición de su efecto en un sistema vivo en comparación con un sistema estándar.

Para Busvine (1957) sus ventajas son la extrema susceptibilidad de algunas especies de plagas a pequeñas cantidades del producto y su respuesta específica real al plaguicida presente. La susceptibilidad de un insecto se refiere a la cantidad de toxico necesaria para matar al insecto. La principal desventaja del bioensayo radica en la dificultad de reproducir insectos de características homogéneas para la prueba

2.3.1 Torre de Potter.

Se denomina Torre de Potter, a un método de aspersión para la realización de bioensayos y al dispositivo de aspersión de plaguicidas en forma cilíndrica utilizado en laboratorios, fue desarrollado

como resultado de diversas investigaciones de Potter y Hewlett en trabajos de aspersión de productos en organismos vivos. Los estudios de Potter lo llevaron a concluir que las condiciones de aire turbulento provocan la uniformidad del depósito del producto a evaluar sobre el área objetivo. Se deben de considerar los factores que influyen en la turbulencia y la uniformidad del depósito como el diámetro y la longitud del tubo, el corte de los extremos del tubo y el volumen y la velocidad de flujo aplicado (Busvine, 1957).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento.

El experimento se realizó durante el año 2018 en el Laboratorio de Parasitología Agrícola de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAA-UAN), ubicado en el km 9 de la carretera Tepic-Compostela, en el municipio de Xalisco Nayarit.

3.2 Material biológico.

Se utilizaron 5,000 ninfas y 3,000 adultos de *T. urticae* recolectados en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) y fresa (*Fragaria* × *ananassa* Weston Duchesne) en condiciones protegidas.

3.3 Recolección.

La recolección se llevó a cabo en cuatro poblaciones del estado de Nayarit (Xalisco, Compostela, Santa María del Oro y Jala), los cuales se encuentran a 920, 915, 1,160 y 860 msnm, respectivamente.

El periodo de recolecta fue de marzo a junio y se utilizaron bolsas de papel Kraft de 25 x 25 cm, de ancho por largo, las cuales se transportaron a la UAA-UAN, donde se colocaron en plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* var. Peruano de 40 días de edad, dentro de una cámara de crecimiento (22-25 ° C y 14 horas de fotoperiodo) para la identificación y elaboración de los bioensayos en la generación F₁.

3.4 Identificación de *T. urticae*.

La identificación se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, en el laboratorio de Entomología Forestal del Instituto de Fitosanidad, con el apoyo del Dr. Jesús Alberto Acuña Soto, experto en el área de taxonomía, ecología y biología de ácaros.

Los ácaros fueron montados en laminillas permanentes con líquido de Berlese modificado (Amrine y Manson, 1996) y secados en una plancha caliente durante dos semanas.

Las fotografías se tomaron con una cámara Cannon® Power Shot SD1300IS® acoplada a un microscopio de contraste de fases Axioskop 2 Plus® de Carl Zeiss®, directamente de las preparaciones a aumentos de 10, 40 y 100 X, este último utilizando aceite de inmersión.

Para la toma de la fotografía con un aumento de 100 X, se realizaron una serie de fotografías tomadas desde el punto inicial de enfoque hasta el final y acopladas mediante el programa Combine ZP®. Las mediciones se realizaron con el programa Image Tool Ver. 3.0® para Windows® (Wilcox *et al.*, 2002).

3.5 Productos evaluados.

3.5.1 Abagreen.

- Extracto de canela (10.0 % en peso, equivalente a 100.00 g ia L⁻¹).
- Concentrado emulsionable (CE).
- Casa comercial: Gruindag International, S. A. de C.V.
- Recomendado para plagas insectiles de cuerpo blando y ácaros.
- Cultivos: hortalizas, ornamentales, frutales y cultivos de uso industrial (0.3-1.2 L ha⁻¹, o 60 mL/100 L de agua).

Fuente: <http://gruindag.com/agricultura-plaguicidas/>. Consultado el 8 de enero del 2018.

3.5.2 Akabrown®.

- Aceite de canela, orégano, menta, clavo y de neem.
- Concentrado emulsionable (CE).
- Aceite de canela (1.5 % en peso, equivalente a 140.00 g ia L⁻¹).
- Aceite de orégano (0.50 % en peso, equivalente a 40.00 g ia L⁻¹).
- Aceite de menta (1.00 % en peso, equivalente a 100.00 g ia L⁻¹).
- Aceite de clavo (1.00 % en peso, equivalente a 100.00 g ia L⁻¹).

- Aceite de neem (6.50 %, equivalente a 639.8 g de ia L⁻¹).
- Casa comercial: Green Crop biorganiks de México, S. A. de C. V.
- Recomendado para ácaros fitófagos en hortalizas y frutales (1-1.5 L ha⁻¹).

Fuente: www.greencorp.mx/udownload/22_akabrown_ficha.pdf. Consultado el 8 de enero de 2018.

3.5.3 Progranik[®]

- Extracto de neem y extracto de canela.
- Concentrado emulsionable (CE).
- Extracto de neem (55.0 %, equivalente a 514.25 g de ia L⁻¹).
- Extracto de canela (15.0 %, equivalente a 140.25 g de ia L⁻¹).
- Casa comercial: Ultraquimia Agrícola S. A. de C. V. México.
- Recomendado para plagas insectiles (1 a 2 L ha⁻¹).

Fuente: <http://www.ptisa.com.mx/ultraquimia/pdf/Productos/Organicos/Etiquetas/PROGRANIC%20NEEMACAR%20CE.pdf>. Consultado el 8 de enero del 2018.

3.5.4 Trilogy[®]

- Extracto de neem clarificado hidrofóbico a 20 °C.
- 70.0 %, equivalente a 639.8 g de ia L⁻¹, a 20 °C.
- Aceite emulsificante (AE).
- Casa comercial: Summit Agro México S. A. de C. V. México.
- Recomendado para *T. urticae*.
- Cultivos: arándano, frambuesa, fresa, grosella y zarzamora (0.5 a 1.0 L en 100 L de agua).

Fuente: www.summitagromexico.com.mx/pdf/2016/fichas/FICHA%20TEC-TRILOGY.pdf. Consultado el 8 de enero del 2018.

3.5.5 Agrimec[®] (Abamectina).

- Concentrado emulsionable (CE).
- Mezcla de avermectinas (80 % avermectina B1, no menos de 20 % de avermectina B1b (1.8 %, equivalente a 18.00 g de ia L⁻¹).
- Casa comercial: Syngenta Agro. S. A. de C. V. México.
- Recomendado para insectos y ácaros fitófagos en hortalizas, ornamentales, frutales y cultivos de uso industrial. Para *T. urticae* se recomiendan 0.5-1.2 L ha⁻¹.

Fuente:<https://www.syngenta.com.mx / product/crop – protection / insecticida / agrimecr-18-ce>. Consultado el 8 de enero de 2018.

3.6 Diseño experimental y tratamientos.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones. Se aplicaron cinco tratamientos (cuatro bioplaguicidas comerciales y un acaricida químico comercial*) en cada una de las cuatro poblaciones. En cada población se aplicaron de 8 a 11 dosis de cada producto, las cuales se muestran a continuación:

T1. Abagreen[®]. Extracto de canela (8 dosis).

T2. Akabrown[®]. Aceites de canela, orégano, menta, clavo y neem (11 dosis).

T3. Progranic[®]. Extracto de neem + extracto de canela (8 dosis).

T4. Trilogy[®]. Extracto de neem clarificado hidrofóbico a 20 °C (11 dosis).

T5.* Agrimec[®] (Abamectina 1.8 % CE). (9 dosis)

3.7 Aplicación de los tratamientos.

Las aplicaciones se efectuaron durante un periodo de 5 meses (junio-octubre). En todos los casos, se utilizó agua destilada para preparar las soluciones a las concentraciones requeridas. Posterior a cada aplicación, se dejaba transcurrir un periodo de 48 horas para determinar la efectividad biológica de cada tratamiento.

3.8 Bioensayo.

- Se utilizó el método de bioensayo descrito por Cahill *et al.* (1996), con leves modificaciones, ya que se utilizaron plantas de frijol, en lugar de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).
- De los folíolos de frijol de 22 a 40 días de edad aproximadamente, se cortaron discos de 49 mm de diámetro y se colocaron individualmente con el haz hacia abajo en cajas Petri (50 mm de diámetro × 9 mm de altura).
- Posteriormente, se depositaron en cada disco 25 hembras de cinco días de edad; y se asperjaron mediante el uso de una Torre de Potter, con 1.6 mL cm² a 7 psi de presión.
- Los ácaros se mantuvieron a 23 °C ± 3, humedad relativa 50 % ± 4 y fotoperiodo 16:8 horas luz: oscuridad.
- Inicialmente se determinó el rango de dosis que mataba de 0 a 100 % de los individuos tratados (ventana biológica). Posteriormente, se incluyeron entre 8 a 11 concentraciones que cubrieron dicho rango.
- En total se realizaron seis repeticiones en días consecutivos diferentes.

3.9 Variable evaluada (Porcentaje de mortalidad).

Esta variable se determinó a las 48 horas después de la aplicación de los tratamientos, registrando como ácaro muerto aquel que no presentó movimiento a estímulos sensoriales al ser tocado por la punta del pincel o reacción a la luz. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo fue de 10 % y se corrigió mediante la fórmula de Abbott (Abbott, 1925).

3.10 Análisis estadístico.

Las concentraciones letales CL₅₀, CL₉₅ y límites de confianza al 95 %, de los bioplaguicidas evaluados, se determinaron con el procedimiento PROBIT con el programa estadístico Polo Plus (Le Ora Software, 2012).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación del ácaro de dos manchas.

Los especímenes enviados al Colegio de Postgraduados Campus Estado de México fueron identificados como individuos pertenecientes a la especie *T. urticae*.

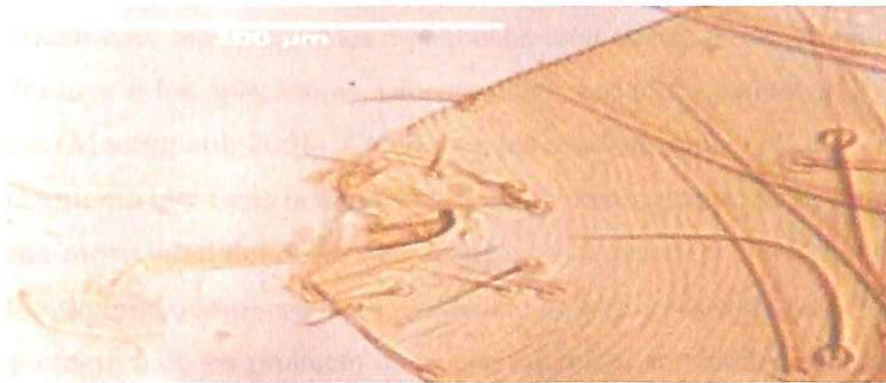


Figura 2. Edeago de *T. urticae* a 10 X.



Figura 3. Edeago de *T. urticae* a 40 X.



Figura 4. Edeago de *T. urticae* a 100 X.

4.2 Susceptibilidad.

Los resultados muestran que independientemente del origen de la población y la presión de selección con ingredientes activos de moléculas químicas a la que fue sometida la población, la susceptibilidad es homogénea y la eficiencia de los bioplaguicidas es considerada como aceptable (Cuadro 4). Es posible integrar bioplaguicidas con sus respectivas ventajas y beneficios ecológicos a los procesos de manejo integrado de plagas, sobre todo el ácaro de dos manchas. Las tendencias en el manejo de plagas deben de ser enfocadas hacia el uso de moléculas químicas menos dañinas al equilibrio ecológico, económicamente más accesibles a pequeños productores y que no representen riesgos al ambiente, lo que incluye a los aplicadores, consumidores, enemigos naturales de plagas agrícolas y los mantos freáticos (Mareggiani, 2001). Con base a los resultados obtenidos en el análisis Probit, el Agrimec[®] es el tratamiento que tiene una menor CL_{50} , con un rango que oscila entre 1.122 - 1.369 mg L⁻¹ para obtener una mortalidad del 50 % de la población de ácaros y 2.616-3.394 mg L⁻¹, para una mortalidad del 95 %, lo cual demuestra la alta toxicidad de este compuesto para *T. urticae*, refleja el efecto inmediato y efectivo de un producto de origen microbio sintético. Asimismo destaca la CL_{50} obtenida por el producto comercial Akabrown[®] cuyo rango en las cuatro diferentes poblaciones para el control del 50 % de la población registró 1.528-2.309 mg L⁻¹ y 9.484-11.394 mg L⁻¹ para reducir el 95 % de la población. Los valores más elevados de CL_{50} y CL_{95} se obtuvieron con Progranico[®] y Trilogy[®], con 4.645 y 17.458 mg L⁻¹, respectivamente.

El tratamiento químico Agrimec[®] tiene una menor CL_{95} con 2.616, 3.206, 3.376 y 3.394 mg L⁻¹ en las poblaciones Jala, Compostela, Santa María del Oro y Xalisco respectivamente, lo cual demuestra la alta toxicidad de este compuesto para *T. urticae*. Los tratamientos biológicos o bioplaguicidas que tienen una menor CL_{95} , son Abagreen[®] con 7.862 y 8.553 mg L⁻¹ en las poblaciones de Xalisco y Jala, seguido de Akabrown[®] con 9.484 y 9.968 mg L⁻¹, lo cual indica la alta efectividad de estos compuestos para el control del ácaro (Cuadro 4).

Los valores más elevados de CL_{50} y CL_{95} se obtuvieron con Progranico[®] con 16.008, 16.695 y 17.031 en las poblaciones de Compostela Santa María del Oro y Jala respectivamente; y Trilogy[®] con valores de, 16.175, 17.299 y 17.458 mg L⁻¹ en las poblaciones de Xalisco, Santa María del Oro y Compostela respectivamente, lo cual indica que a pesar de que ambos productos tienen algún grado de toxicidad para *T. urticae*, éste es menor que el resto de los tratamientos evaluados.

Cuadro 4. Valores de la CL₉₅ en orden creciente de los bioplaguicidas evaluados con el método de aspersión en Torre de Potter en *T. urticae* Koch.

Municipio	Producto	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)
Jala	Agrimec®	1.122 (1.010 – 1.229)	2.616 (2.155 – 3.675)
Compostela	Agrimec®	1.347 (1.217 – 1.515)	3.206 (2.424 – 6.237)
Santa María del Oro	Agrimec®	1.333 (1.202 – 1.503)	3.376 (2.561- 5.989)
Xalisco	Agrimec®	1.369 (1.234 – 1.554)	3.394 (2.538 – 6.570)
Xalisco	Abagreen®	1.842 (1.448 – 2.187)	7.862 (6.698 – 9.808)
Jala	Abagreen®	1.798 (1.369 – 2.172)	8.553 (7.179 – 10.958)
Compostela	Akabrown®	2.309 (1.257 – 3.298)	9.484 (5.514 – 77.354)
Santa María del Oro	Akabrown®	2.288 (1.390 – 3.133)	9.968 (5.938 – 52.117)
Xalisco	Akabrown®	1.564 (1.271 – 1.824)	10.078 (7.610 – 15.481)
Jala	Akabrown®	1.528 (0.556 – 2.230)	11.394 (6.015 – 132.045)
Xalisco	Progranic®	3.215 (2.313 – 3.985)	12.944 (9.961 – 20.106)
Santa María del Oro	Abagreen®	2.714 (1.027 – 3.898)	13.015 (8.104 – 64.811)
Compostela	Abagreen®	2.920 (1.552 – 3.953)	13.598 (8.957 – 40.359)
Jala	Trilogy®	2.544 (1.449 – 3.410)	13.686 (9.282 – 32.256)
Compostela	Progranic®	4.645 (2.577 – 6.356)	16.008 (10.388 – 62.365)
Xalisco	Trilogy®	2.593 (1.487 – 3.495)	16.175 (10.431 – 43.473)
Santa María del Oro	Progranic®	4.646 (2.709 – 6.076)	16.695 (11.649 – 42.129)
Jala	Progranic®	4.065 (1.836 – 5.716)	17.031 (10.880 – 68.931)
Santa María del Oro	Trilogy®	3.431 (2.612 – 4.139)	17.299 (12.382 – 31.756)
Compostela	Trilogy®	3.913 (3.329 – 4.422)	17.458 (13.810 – 25.043)

CL₅₀ y CL₉₅= Concentración letal = mg L⁻¹.

4.3 Productos evaluados.

4.3.1 Abagreen.

De las cuatro poblaciones evaluadas, el rango de la CL₅₀ fue entre 1.798-2.920 y en la CL₉₅ de 7.862-13.598 mg L⁻¹ (Cuadro 5). Lo que significa que para obtener una mortalidad del 95 % de ácaros en

cultivos agrícolas en condiciones de invernadero la dosis será de 1,572.4 y 2,719.6 mL/200 L de agua. Quintero (2005) encontró mortalidad del 50 % de la población con 1.2 mg L⁻¹ y con 30 mg L⁻¹ el 95 % de la población. Asimismo a 48 horas (similar al actual trabajo), se requirieron 11 mg L⁻¹ y 60 mg L⁻¹ para abatir el 50 y 95 % de la población, respectivamente. Independientemente del origen de la población y la presión de selección a la que fueron expuestos los especímenes de *T. urticae*, el comportamiento de la mortalidad a la CL₅₀ y CL₉₀ es muy similar, y representa que el mecanismo de acción difiere de los sitios afectados con normalidad por las aplicaciones químicas que tradicionalmente realiza el productor. En las hojas de canela se reportan diferentes metabolitos secundarios entre los que destacan el Eugenol (76.1 %) y el β-caryophyllene (6.7 %) que registran una CL₅₀ en *Dermanyssus gallinae* (De Geer) con 0.00082 µL/mL, en *Psoroptes cuniculi* Delafond Suidasia pontifica Oudemans con 0.079 µL/mL y en *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) 0.021 µL/mL (Cicera *et al.*, 2017).

Cuadro 5. Susceptibilidad de hembras adultas de *T. urticae* Koch al bioplaguicida Abagreen® utilizando aspersion en Torre de Potter.

Municipio	n	b ± ES	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)	Pr >χ ²
Compostela	1000	2.462 ± 0.248	2.920 (1.552 – 3.953)	13.598 (8.957 – 40.359)	7.1696
Jala	1000	2.428 ± 0.270	1.798 (1.369 – 2.172)	8.553 (7.179 – 10.958)	1.339
Santa María del Oro	1000	2.416 ± 0.246	2.714 (1.027 – 3.898)	13.015 (8.104 – 64.811)	10.233
Xalisco	1000	2.610 ± 0.276	1.842 (1.448 – 2.187)	7.862 (6.698 – 9.808)	1.717

n. Número de hembras adultas tratadas. b ± ES. Error estándar de la pendiente. CL₅₀ y CL₉₅ Concentración letal = mg L⁻¹.

4.3.2 Akabrown®.

Es un bioplaguicida con base a aceites de canela, orégano, menta, clavo y de neem. De las cuatro poblaciones evaluadas, el rango de la CL₅₀ fue entre 1.528-2.309 y en la CL₉₅ de 9.484-11.394 mg L⁻¹. Lo que significa, que para obtener una mortalidad del 95 % de ácaros en cultivos agrícolas en condiciones de invernadero, la dosis será de 1,896.8 y 2,278.8 mL/200 L de agua (Cuadro 6). Los extractos acuosos y aceites de neem inducen de 58 a 71% de mortalidad de las hembras de *T. urticae* (Castiglioni *et al.*, 2002) y de 6.3 al 97.5 % de mortalidad en el estudio de Brito *et al.* (2006). En una investigación efectuada por Sertkaya *et al.* (2010) encontraron que aunque fueron bajos los valores de

CL₅₀ (1.83 y 7.55 g mL⁻¹), existió algún tipo de control con aceite esencial de *M. spicata* en *Tetranychus cinnabarinus*.

Cuadro 6. Susceptibilidad de hembras adultas de *T. urticae* Koch al bioplaguicida Akabrown® utilizando aspersión en Torre de Potter.

Municipio	n	b ± ES	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)	Pr >χ ²
Compostela	1,650	2.681 ± 0.254	2.309 (1.257 – 3.298)	9.484 (5.514 – 77.354)	12.836
Jala	1,650	1.885 ± 0.232	1.528 (0.556 – 2.230)	11.394 (6.015 – 132.045)	7.3797
Santa María del Oro	1,650	2.574 ± 0.252	2.288 (1.390 – 3.133)	9.968 (5.938 – 52.117)	9.5693
Xalisco	1,650	2.032 ± 0.235	1.564 (1.271 – 1.824)	10.078 (7.610 – 15.481)	1.240

n. Número de hembras adultas tratadas. b ± ES. Error estándar de la pendiente. CL₅₀ y CL₉₅. Concentración letal = mg L⁻¹.

4.3.3 Progranic®.

Es un bioplaguicida compuesto de aceite de neem y de canela. De las cuatro poblaciones evaluadas, el rango de la CL₅₀ fue entre 3.215-4.646 y en la CL₉₅ de 12.944-17.031 mg L⁻¹. Lo que significa que para obtener una mortalidad del 95 % de ácaros en cultivos agrícolas en condiciones de invernadero, la dosis será de 1,896.8 y 2,278.8 mL/200 L de agua (Cuadro 7).

Cuadro 7. Susceptibilidad de hembras adultas de *T. urticae* Koch al bioplaguicida Progranic® utilizando aspersión en Torre de Potter.

Municipio	n	b ± ES	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)	Pr >χ ²
Compostela	1,125	3.061 ± 0.235	4.645 (2.577 – 6.356)	16.008 (10.388 – 62.365)	28.768
Jala	1,125	2.643 ± 0.247	4.065 (1.836 – 5.716)	17.031 (10.880 – 68.931)	19.541
Santa María del Oro	1,125	2.961 ± 0.280	4.646 (2.709 – 6.076)	16.695 (11.649 – 42.129)	14.268
Xalisco	1,125	2.719 ± 0.232	3.215 (2.313 – 3.985)	12.944 (9.961 – 20.106)	6.7888

n. Número de hembras adultas tratadas. b ± ES. Error estándar de la pendiente. CL₅₀ y CL₉₅. Concentración letal = mg L⁻¹.

4.3.4 Trilogy®.

Es un bioplaguicida compuesto de aceite de neem y de canela. De las cuatro localidades estudiadas, el rango de la CL₅₀ fue entre 2.544-3.913 y en la CL₉₅ de 13.686-17.458 mg L⁻¹. Lo que significa que

para obtener una mortalidad del 95 % de ácaros en condiciones controladas la dosis será de 2,737.2 y 3,491.6 mL/200 L de agua (Cuadro 8).

Cuadro 8. Susceptibilidad de hembras adultas de *T. urticae* Koch al bioplaguicida Trilogy® utilizando aspersión en Torre de Potter.

Municipio	n	b ± ES	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)	Pr >χ ²
Compostela	1,650	2.533 ± 0.296	3.913 (3.329 – 4.422)	17.458 (13.810 – 25.043)	5.721
Jala	1,650	2.251 ± 0.223	2.544 (1.449 – 3.410)	13.686 (9.282 – 32.256)	18.337
Santa María del Oro	1,650	2.341 ± 0.232	3.431 (2.612 – 4.139)	17.299 (12.382 – 31.756)	10.179
Xalisco	1,650	2.069 ± 0.209	2.593 (1.487 – 3.495)	16.175 (10.431 – 43.473)	17.760

n. Número de hembras adultas tratadas. b ± ES. Error estándar de la pendiente. CL₅₀ y CL₉₅. Concentración letal = mg L⁻¹.

4.3.5 Agrimec[®] (Abamectina).

Las abamectinas pertenecen al grupo de lactonas macrocíclicas con efecto acaricida (Campos *et al.*, 1996). El ingrediente activo de este producto son las avermectinas B1 y B1b, el mecanismo de acción se describe como la unión de este compuesto a los ácidos gamma-aminobutírico (GABA) y a los canales de cloruro regulados por glutamato (Glu). El modo de acción es descrito como la apertura de los canales de cloruro en los nervios, lo que resulta en la interrupción de la actividad y la pérdida de la función en estas células que conducen a la parálisis y la muerte (Raymond y Sattelle, 2002; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

En las cuatro poblaciones evaluadas, el rango de la CL₅₀ fue entre 1.122-1.369 y en la CL₉₅ de 2.616-3.394 mg L⁻¹ (Cuadro 9). Lo que significa que para obtener una mortalidad del 95 % la dosis será de 523.2 y 678.8 mL/200 L de agua. Flores *et al.* (2007) encontraron mortalidad del 50 % de la población con 1.28 y 1.42 mL L⁻¹ y con 4.70 y 2.93 mL L⁻¹ un 90 %. A 48 horas (semejante al actual trabajo), se requirieron 11 mL L⁻¹ y 60 mL L⁻¹ para abatir el 50 y 95 % de la población, respectivamente.

Al ser *T. urticae* una de las plagas más importantes del mundo, se controla principalmente con acaricidas sintéticos, y la Abamectina es una de las más utilizadas; in embargo, esta molécula química reporta el desarrollo de resistencia. Con base en la presión de selección en cada cultivo, la necesidad

de vender calidad y rescatar la producción, el agricultor utiliza los aliados químicos sin previo análisis del manejo de la resistencia.

Ferreira *et al.* (2014) encontraron en el cultivo del rosal, rangos de 1.79 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ de Abamectina para eliminar el 50 % de la población y 27.9 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$. Mencionan además, que el ácaro de dos manchas registra resistencia a este producto en diferentes cultivos, por lo que las opciones con bioplaguicidas son una alternativa ecológica y sustentable para reducir la frecuencia de aplicaciones con medios químicos.

Cuadro 9. Susceptibilidad de hembras adultas de *T. urticae* Koch al acaricida químico Agrimec® utilizando aspersión en Torre de Potter.

Municipio	n	b ± ES	CL ₅₀ (95 % LC)	CL ₉₅ (95 % LC)	Pr > χ^2
Compostela	1,350	4.368 ± 0.934	1.347 (1.217 – 1.515)	3.206 (2.424 – 6.237)	0.713
Jala	1,350	4.473 ± 0.670	1.122 (1.010 – 1.229)	2.616 (2.155 – 3.675)	0.752
Santa María del Oro	1,350	4.076 ± 0.753	1.333 (1.202 – 1.503)	3.376 (2.561 – 5.989)	0.740
Xalisco	1,350	4.171 ± 0.852	1.369 (1.234 – 1.554)	3.394 (2.538 – 6.570)	0.512

n. Número de hembras adultas tratadas. b ± ES. Error estándar de la pendiente. CL₅₀ y CL₉₅. Concentración letal = $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. Los productos evaluados registraron mortalidad en las poblaciones de ácaros de las localidades de Compostela, Jala, Santa María del Oro y Xalisco, Nayarit (Hipótesis aceptada).
2. En todas las poblaciones de ácaros provenientes de las cuatro localidades muestreadas, la mortalidad más alta se obtuvo con el acaricida químico Abamectina. Los bioplaguicidas con mayor mortalidad fueron Abagreen® en Xalisco y Jala, y Akabrown® en Compostela y Santa María del Oro, lo que indica la alta efectividad de ambos para el control de *T. urticae*.
3. En Compostela, la mayor mortalidad se obtuvo con el producto químico Agrimec® (CL₉₅ de 3.206 mg L⁻¹). La mayor mortalidad con un bioplaguicida se obtuvo con Akabrown® (CL₉₅ de 9.968 mg L⁻¹).
4. En Jala, la mayor mortalidad se obtuvo con Agrimec® (CL₉₅ de 2.216 mg L⁻¹), siendo el valor más alto de mortalidad registrado en esta investigación. De los bioplaguicidas evaluados la mayor mortalidad se obtuvo con Abagreen®, con una CL₉₅ de 8.553 mg L⁻¹.
5. En Santa María del Oro, la mayor mortalidad se obtuvo con Agrimec® (CL₉₅ de 3.376 mg L⁻¹) seguido del bioplaguicida Akabrown® con una CL₉₅ de 9.484 mg L⁻¹.
6. En Xalisco, la mayor mortalidad se obtuvo con Agrimec® (CL₉₅ de 3.394 mg L⁻¹) y con el bioplaguicida Abagreen® con una CL₉₅ de 7.862 mg L⁻¹.
7. En esta investigación, cada bioplaguicida registró diversos índices de mortalidad con respecto a la dosis aplicada, sin embargo, representan una opción sustentable para ser incorporados en programas de manejo de resistencia con base a umbrales de acción de la plaga.
8. Los resultados sugieren que es posible integrar bioplaguicidas con sus respectivas ventajas y beneficios ecológicos, a los procesos de manejo integrado de plagas, sobre todo el ácaro de dos manchas.

CAPÍTULO VI

LITERATURA CITADA

- Abo-Moch, F.; Saadi, I.; Holland, D. and Mansoura, F. 2010. The potential of pomegranate peel and heartwood extracts as a source of new bioacaricides to control the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Israel Journal of Plant Sciences*, 58(1): 13-17.
- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267.
- Ackermann, H. 1979. Bioassay of Pesticides in the Laboratory. *L. Banki. Nahrung*, 23(7): 772-772.
- Afify, M. R.; Ali, F. S. and Turkey, A. F. 2012. Control of *Tetranychus urticae* Koach by extracts of three essential oils of chamomile, marjoram and Eucalyptus. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 2: 24-30.
- Ahmad, F. B. H.; Mackeen, M. M.; Ali, A.M.; Mashirun, S. R. and Yaacob, M. M. 1995. Repellency of essential oils against the domiciliary cockroach, *Periplaneta americana*. *Insect Sci. Appl.*, 16: 391-393.
- Akhtar, Y.; Yeoung, Y. and Isman, M. 2008. Comparative bioactivity of selected extracts from Meliaceae and some commercial botanical insecticides against two noctuid caterpillars, *Trichoplusia ni* and *Pseudaletia unipuncta*. *Phytochem. Rev.*, 7: 77-88.
- Alfonso, M.; Avilés, R.; González, R.; Cruz, X.; Villasana, R.; Rodríguez, V.; Álvarez, M. E.; Lorenzo, Y. y Rodríguez. Y. 2012. Los plaguicidas botánicos y su importancia en la agricultura orgánica. En: *Agricultura Orgánica 2*. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Ministerio de la Agricultura. 26-30.
- Amrine, J. W. and Manson, D. C. M. 1996. Preparation, mounting and descriptive study of eriophyoid mites. *In: Eriophyoid mites - Their biology, natural enemies and control*. Lindquist, E. E.; Sabelis M. W. and Bruin, J. (Eds.) Elsevier Science Publ. Amsterdam. 383-396.

- Antonious, G. F. and Snyder, J. 2006. Natural products: repellency and toxicity of wild tomato leaf extracts to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 41(1): 43-55
- Antonious, G. F.; Meyer, J. E. and Snyder, J. C. 2006. Toxicity and repellency of hot pepper extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 41(8): 1383-1391.
- Aslan, İ.; Özbek, H.; Çalmaşur, Ö. and Şahin, F. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, 19(2): 167-173.
- Attia, S.; Grissa, K. L.; Ghrabi, Z. G.; Maillieux, A. C.; Lognay, G. and Hance, T. 2012. Acaricidal activity of 31 essential oils extracted from plants collected in Tunisia. Journal of Essential Oil Research, 24(3): 279-288.
- Attia, S.; Grissa, K. L.; Lognay, G.; Bitume, E.; Hance, T. and Maillieux, A. C. 2013. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. Journal of Pest Science, 86(3): 361-386.
- Auger, P.; Migeon, A.; Ueckermann, E. A.; Tiedt, L. and Navajas, M. 2012. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data. Acarología, 53(4): 383-415.
- Azimzadeh, M.; Hejazi, M. J and Askari, S. G. 2013. Fumigant toxicity of some essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Inter. J. Acarol., 39: 285-289.
- Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2): 446-475.

- Boyd, D. W. and Alverson, D. R. 2000. Repellency effects of garlic extracts on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. J. Entomol. Sci., 35: 86-90.
- Brito, H. M.; Gondim, M. G. C.; Oliveira, J. V.; and Câmara, C. A. G. 2006. Toxicidade de formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao Ácaro-Rajado ea *Euseius alatus* De Leone *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Neotrop. Entomol., 35: 500-505.
- Busvine, J. R. 1957. A critical review of the techniques for testing insecticides. 2nd Ed. Commonwealth Bureaux. England. 345 p.
- Cahill, M.; Gorman, K.; Day, S.; Denholm, I.; Elbert, A and Nauen, R. 1996. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Bulletin of Entomological Research, 86: 343-349.
- Çağatay, N. S.; Menault, P.; Riga, M.; Vontas, J. and Ay, R. 2018. Identification and characterization of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch populations from greenhouses in Turkey. Crop Protection, 112: 112-117.
- Çalmaşur, Ö.; Aslan, İ.; and Şahin, F. 2006. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. Industrial Crops and Products, 23(2): 140-146.
- Campos, F.; Krupa, D. and Dybas, R. 1996. Susceptibility of populations of two spotted spider mites (Acari: Tetranychidae) from Florida, Holland, and the Canary Island to abamectin and characterization of abamectin resistance. Journal of Economical Entomology, 89: 594-601.
- Castiglioni, E.; Vendramim, J. D. y Tamai, M. A. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). Agrociencia (Uruguay). 6: 75-82.

- Cavalcanti, S. C. H.; Niculau-Edos S.; Blank, A. F.; Camara, C. A. G.; Araujo, I. N. and Alves, P. B. 2010. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Bioresour Technol.*, 101: 829-832.
- Cazaux, M.; Navarro, M.; Bruinsma, K. A.; Zhurov, V.; Negrave, T.; Van Leeuwen, T.; Grbić, M. and Grbic, V. 2014. Application of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* for plant-pest interaction studies. *Journal of Visualized Experiments*, 89: 1-7.
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A.B., Rouabhia, M., Mahdouani, K. and Bakhrouf, A. 2007. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. *Phytother. Res.*, 21: 501-506.
- Chiasson, H.; Bevilanger, A.; Bostanian, N.; Vincent, C. and Poliquin, A. 2001. Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. *J. Econ. Entomol.*, 94: 167-171.
- Chiasson, H.; Bostanian, N. J. and Vincent, C. 2004. Acaricidal properties of a *Chenopodium* based botanical. *J. Econ Entomol.*, 97: 1373-1377.
- Choi, W. I.; Lee, S. G.; Park, H. M. and Ahn, Y. J. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(2): 553-558.
- Camilo, C. J.; Nonato, C. A. F.; Galvão-Rodrigues, F. F.; Costa, D. W.; Clemente, G. G.; Macedo, S. M. A. C.; Galvão-Rodrigues, F. F. and da Costa, M. J. G. 2017. Acaricidal activity of essential oils. *Trends Phytochem. Res.*, 1(4):183-198.
- Dabrowski, T. Z. and Serebinska, U. S. 2007. Characterization of the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch, Acari: Tetranychidae) response to aqueous extracts from selected plant species. *J. Plant Prot. Res.*, 47: 113-124.

- De Araujo, M. J. C.; De Oliveira, W. H.; Born, F. D. S.; Ribeiro, N. D. C.; De Moraes, M. M. and Neves, R. C. S. 2010. Actividade Fumigante Do Oleo Essencial de Folhas de *Piper caldensis* C. DC. Sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). XI JEPEX.
- Dimetry, N. Z. 2012. Prospects of botanical pesticides for the future in integrated pest management programme (IPM) with special reference to neem uses in Egypt. Arch Phytopathol Plant Prot., 45(9-12): 1138-1161.
- Dimetry, Z. N. 2014. Different Plant Families as Bioresource for Pesticides. In: Advances in plant biopesticides. Dwijendra, S. (Ed). Springer India. 401 p.
- Duzgunes, Z. and Cobanoglu, S. 1983. The life history and tables of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae) under the various temperatures and humidities. Plant Prot. Bull., 23: 171-187.
- El-Sharabasy, H. M. 2010. Acaricidal activities of *Artemisia judaica* L. extracts against *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Tetranychidae: Phytoseiidae). J. Biopest., 3: 514-519.
- Ferreira, C. B. S.; Andrade, F. H. N.; Rodrigues, A. R. S.; Siqueira, H. A. A. and Gondim, M. G. C. 2015. Resistance in field populations of *Tetranychus urticae* to acaricides and characterization of the inheritance of abamectin resistance. Crop Protection, 67: 77-83.
- Ferrero, M.; Calvo, F. J.; Atuahiva, T.; Tixier, M. S. and Kreiter, S. 2011. Biological control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch by *Phytoseiulus longipes* Evans in tomato greenhouses in Spain (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). Biological Control, 58(1): 30-35.
- Flores, A. F.; Silva, G.; Tapia, V. T. and Casals, B. P. 2007. Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) collected in *Primula obconica* Hance and *Convolvulus arvensis* L. to acaricides. Agricultura Técnica (Chile). 67(2): 219-224.

- Grbić, M.; Van L. T.; Clark, R. M.; Rombauts, S.; Rouzé, P.; Grbić, V. and Ortego, F. 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479 (7374): 487-492.
- Huffaker, C. B.; Van de Vrie, M. and McMurtry, J. A. 1969. The ecology of tetranychid mites and their natural control. Smith, R. F. and Mittler, T. E. (Eds). *In: Annual Review of Entomology*, 14(1): 125-174.
- Hussein, H.; Abou-Ellela, M.; Amer, S. A. A. and Momen, F. M. 2006. Repellency and toxicity of extracts from *Capparis aegyptia* L. to *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae). *Acta Phytopathol Hung.*, 41: 33-340.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10): 603-608.
- Isman, M. B. 2015. A renaissance for botanical insecticides? *Pest Management Science*, 71(12): 1587-1590.
- Jeppson, L. R.; Keifer, H. H and Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley, California. U. S A. 614 p.
- Koliopoulos, G.; Pitarokili, D.; Kioulos, E.; Michaelakis, A. and Tzakou, O. 2010. Chemical composition and larvicidal evaluation of *Mentha*, *Salvia*, and *Melissa* essential oils against the West Nile virus mosquito *Culex pipiens*. *Parasitology Research*, 107: 327-335.
- Kumral, N. A.; Çobanoğlu, S. and Yalcin, C. 2009. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Pest Science*, 83(2): 173-180.
- LeOra-Software. POLO-Plus, POLO for Windows computer program, version 2.0. LeOra-Software, Petaluma, CA 2007.

- López, Ó.; Fernández-Bolaños, J. G. and Gil, M. V. 2005. New trends in pest control: the search for greener insecticides. *Green Chemistry*, 7(6): 431-442.
- Mahmood, I.; Imadi, R. S.; Shazadi, K.; Gul, A. and Hakeem, K. 2015. Effects of pesticides on environment. Hakeem, K.R.; Mohd Sayeed Akhtar, S. M. and Abdullah, A. S. N. (Eds.). *In: Plant, Soil and Microbes*, 253-269.
- Mansour, F.; Ravid, U. and Putievsky, E. 1986. Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14(2): 137-142.
- Marcic, D. 2012. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. *Journal of Pest Science*, 85(4): 395-408.
- Martinez-Velazquez, M., Rosario-Cruz, R.; Castillo-Herrera, G.; Flores-Fernandez, J. M.; Alvarez, A. H. and Lugo-Cervantes, E. 2011. Acaricidal effect of essential oils from *Lippia graveolens* (Lamiales: Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* (Lamiales: Lamiaceae), and *Allium sativum* (Liliales: Liliaceae) against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (acari: ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, 48(4): 822-827.
- Mareggiani, G. 2001. Manejo de insectos plaga mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. *Manejo Integrado de Plagas*, 60: 22-30.
- Martínez-Villar, E.; Sáenz-De-Cabezón, F. J.; Moreno-Grijalba, F.; Marco, V. and Pérez-Moreno, I. 2005. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 35(3): 215-222.
- McMurtry, J. A. and Croft, B. A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42(1): 291-321.

- Meyer, M. K. P. 1987. African Tetranychidae (Acari: Prostigmata) with reference to the world genera. Entomology Memoir. Department of Agriculture and Water Supply. Republic of South Africa, 69: 1-175.
- Miresmailli, S. and Isman, M. B. 2006. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. Journal of Economic Entomology, 99(6): 2015-2023.
- Miresmailli, S.; Bradbury, R. and Isman, M. B. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. Pest Management Science, 62(4): 366-371.
- Neves, I. I. de A.; Da Camara, C. A. G.; De Oliviera, J. C. S and De Almeida, A. V. 2011. Acaricidal activity and essential oil composition of *Petiveria alliacea* L. from Pernambuco (Northeast Brazil). Journal of Essential Oil Research, 23(1): 23-26.
- Omar, N. A.; El-Sayed, Z. I. A. and Romeh, A. A. 2009. Chemical constituents and biocidal activity of the essential oil of *Mentha spicata* L. grown in zagazig región, Egypt. J. Agric. Biol. Sci., 6: 1089-1097.
- Park, Y. L and Lee, J. H. 2002. Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, 95(5): 952-957.
- Park, Y. L and Tak, J. H. 2016. Essential oils for arthropod pest management in agricultural production systems. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, 61-70.
- Pavela, R. and Benelli, G. 2016. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. Trends in Plant Science, 21(12): 1000-1007.
- Pavela, R. 2016. Extract from the roots of *Saponaria officinalis* as a potential acaricide against *Tetranychus urticae*. J. Pest. Sci., (90): 683-692.

- Pavela, R.; Murugan, K.; Canale, A. and Benelli, G. 2017. *Saponaria officinalis*-synthesized silver nanocrystals as effective biopesticides and oviposition inhibitors against *Tetranychus urticae* Koch. *Industrial Crops and Products*, 97: 338-344.
- Pavela, R.; Stepanycheva, E.; Shchenikova, A.; Chermenskaya, T. and Petrova, M. 2016. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. *Industrial Crops and Products*, 94: 755-761.
- Pontes, W. J. T.; De Oliveira, J. C. S.; Da Camara, C. A. G.; López, A. C. H. R.; Gondim, M. G. C.; De Oliveira, J. V. and Schwartz, M. O. E. 2007. Composition and acaricidal activity of the resin's essential oil of *Protium bahianum* Daly against two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Journal of Essential Oil Research*, 19(4): 379-383.
- Pontes, W. J. T.; Silva, J. M. O.; Da Camara, C. A. G.; Gondim-Júnior, M. G. C.; Oliveira, J. V. and Schwartz, M. O. E. 2010. Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils from fruits and leaves of *Protium bahianum* Daly. *Journal of Essential Oil Research*, 22(3): 279-282.
- Rabbinge, R. 1985. Aspects of damage assessment. *In: Spider mites their biology, natural enemies and control*. W. Helle and M.W. Sabelis (Eds.) Volume 1B. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, pp. 261-272.
- Rattan, R. S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*, 29(9): 913-920.
- Raymond, V. and Sattelle, D. B. 2002. Novel animal-health drug targets from ligand-gated chloride channels. *Nat. Rev. Drug Discov.*, 1: 427-436.
- Regnault-Roger, C.; Vincent, C. and Arnason, J. T. 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57(1): 405-424.
- Rembold, H. 2005. Control of the house dust mite *Dermatophagoides farinae*, by neem seed extract. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 115(2): S131.

- Rezk, H. A. and Gadelhak, G. G. 2003. Acaricidal activity of two plant essential oils on the adult stage of the house dust mite. *Dermatophagoides pteromyssinus* Trouessart (Acari: Pyroglyphidae). *Pest. Cont. & Environ. Sci.*, 11(1): 13-27.
- Rodríguez-Vivas, R. I.; Ojeda-Chi, M. M.; Trinidad-Martínez, I. and Pérez de León, A. A. 2017. First documentation of ivermectin resistance in *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 233: 9-13.
- Sajfrtova, M.; Sovova, H.; Karban, J.; Rochova, K.; Pavela, R and Barnet, M. 2013. Effect of separation method on chemical composition and insecticidal activity of Lamiaceae isolates. *Industrial Crops and Products*, 47: 69-77.
- Saltmarsh, M. 2013. Food Safety: Pesticides. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 347-352.
- Seiber, J. N.; Coats, J.; Duke, S. O and Gross, A. D. 2014. Biopesticides: state of the art and future opportunities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(48): 11613-11619.
- Seifi, R., Moharramipour, S. and Ayyari, M. 2018. Acaricidal activity of different fractions of *Moringa peregrina* on two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 125: 616-621.
- Sertkaya, E.; Kaya, K. and Soyulu, S. 2010. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisid.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31(1): 107-112.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.*, 35: 271-297.
- Shyma, K.; Gupta, J.; Ghosh, S.; Patel, K. and Singh, V. 2014. Acaricidal effect of herbal extracts against cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* using *in vitro* studies. *Parasitol. Res.*,

113: 1919-1926.

Stephenson, G. R.; Ferris, I. G. and Holland, P. T. 2006. Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC Recommendations 2006). *Pure Appl. Chem.*, 78(11): 2075-2154.

Steiner, M. Y.; Spohr, L. J and Goodwin, S. 2010. Impact of two formulations of the acaricide bifenazate on the spider mite predator *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Australian Journal of Entomology*, 50(1): 99-105.

Thorsell, W.; Mikiver, A. and Tunon, H. 2006. Repelling properties of some plant materials on the tick *Ixodes ricinus* L. *Phytomedicine*, 13: 132-134.

Van de Bund, C. F. and Helle, W. 1960. Investigations on the *Tetranychus urticae* complex in N. W. Europe (Acari: Tetranychidae). *Entomol. Exp. Appl.*, 3: 142-156.

Van Leeuwen, T.; Van Pottelberge, S.; Nauen, R. and Tirry, L. 2007. Organophosphate insecticides and acaricides antagonise bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 63(12), 1172-1177.

Van Leeuwen, T.; Vontas, T. and Tsagkarakou, A. 2009. Mechanisms of acaricide resistance in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *In: Biorational control of arthropod pests*. Ishaaya, I. and Horowitz, A. R. (Eds) Springer, Dordrecht, pp. 347-393.

Van Leeuwen, T.; Vontas, J.; Tsagkarakou, A.; Dermauw, W. and Tirry, L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(8): 563-572.

Van Leeuwen, T.; Dermauw, W.; Grbic, M.; Tirry, L. and Feyereisen, R. 2012. Spider mite control and resistance management: does a genome help? *Pest Management Science*, 69(2): 156-159.

- Van Leeuwen, T.; Tirry, L.; Yamamoto, A.; Nauen, R. and Dermauw, W. 2015. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pest Biochem Physiol.*, 121: 12-21.
- Vásquez, C. y Ceballos, M. C. 2009. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a los plaguicidas clorfenapir y abamectina en condiciones de laboratorio. *Idesia, Arica*, 27(1): 23-28.
- Vinothkumar, S.; Chinniah, C.; Muthiah, C. and Sadasakthi, A. 2009. Biorationals in the management of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in brinjal. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 22(3): 682-684.
- Whalon, M. E.; Mota-Sanchez, R. M; Hollingworth, R. M and Duynslager, L. 2017. Arthropods resistant to pesticides database (ARPD). Disponible en: <http://www.pesticideresistance.org>. Consultado el 15 de agosto de 2018).
- Wang, Y. N.; Wang, H. X.; Shen, Z. J.; Zhao, L. L.; Clarke, S. R. and Sun, J. H. 2009. Methyl palmitate, an acaricidal compound occurring in green walnut husks. *J. Econ. Entomol.*, 102: 196-202.
- Wilcox, D.; Dove, B.; Doss, M. and Greer, D. 2002. UTHSCSA. Image tool for windows. Version 3.00. University of Texas, Health Science Center in San Antonio.
- Yorulmaz, S. and Ay, R. 2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Turk. J. Agric. For.*, 33: 393-402.
- Zandi-Sohani, N. and Ramezani, L. 2015. Evaluation of five essential oils as botanical acaricides against the strawberry spider mite *Tetranychus turkestanii* Ugarov and Nikolskii. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 98: 101-106.

- Zappalà, L; Manetto, G.: Tropea, G. G.; Emma, G. and Failla, S. 2012. Mechanical distribution of *Phytoseiulus persimilis* on chrysanthemum. *Acta Horticulturae*, 952: 793-800.
- Zhang, Z. Q. and Jacobson, R. J. 2000. Using adult female morphological characters for differentiating *Tetranychus urticae* complex (Acari: Tetranychidae) from greenhouse tomato crops in UK. *Systematic & Applied Acarology*, 5: 69-76.