

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación de la Efectividad Biológica del Acaricida Amitraz para el Control de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en Hojas de Rosal

Por:

JORGE ALBERTO BRAVO VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Agosto, 2018.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de la Efectividad Biológica del Acaricida Amitraz para el Control de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en Hojas de Rosal

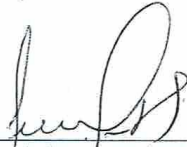
JORGE ALBERTO BRAVO VÁZQUEZ

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

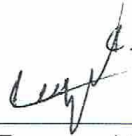
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Asesor Principal



Dr. Ernesto Cerna Chávez
Coasesor



Ing. Marcos Emmanuel Ángel Garibaldi
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Maza
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Agosto, 2018.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en cada paso que doy, guiarme y tomar el camino correcto de mi vida, gracias por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, para lograr los objetivos establecidos durante mis estudios hasta llegar a mis metas planeadas y seguir echándole ganas durante mi proyecto de vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Por recibirme con las puertas abiertas, siendo un integrante más, formándome dentro de ella como un Ingeniero Agrónomo Parasitólogo y trasmitiéndome todos sus sagrados conocimientos para ser una persona productiva dentro del sector agropecuario. **“ALMA TERRA MATER”**

A Mi Asesor:

Dr. Jerónimo Landeros Flores, a través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento gracias por confiar en mí por brindarme su apoyo y atención para llegar a concluir mi trabajo de tesis.

Ing. Marcos Emmanuel Ángel Garibaldi, por brindarme su confianza, apoyo y dedicación para concluir este trabajo profesional.

Dra. María Elizabeth Galindo Cepeda por brindarme su amistad y apoyo durante mi vida profesional.

MC. Abiel Sánchez Arizpe por compartirme sus conocimientos durante mi formación académica y sus consejos para seguir adelante.

A mis Profesores de Parasitología

Por haberme transmitido los conocimientos que me forjaron como profesionista y que han participado durante mi desempeño académico. Gracias por sus enseñanzas que me transmitieron.

A mis amigos:

Edwin (Track), Dorian, Hurí (brocha), Ramón Bautista Carlos, Karen Clemente, Ivón, Adriana Cardona, Karen López Eydin, Dorian Vuelvas, José Márquez, Joaquín Gallardo, Luis Bastida José, Luís Castañeda, Hansel junior (chilango) y Daniel+ (El viejón).

Les agradezco por su apoyo y amistad que me brindaron durante nuestra etapa de estudiante en la Universidad, con cada uno de ellos pasamos momentos diferentes de tristeza y felicidad siempre dándonos ánimos para seguir adelante.

Francisco Charles Álvarez. Un amigo que me ha brindado su amistad y su confianza, con su esposa y su familia.

M.C José Francisco Rodríguez Rodríguez Que me compartió sus enseñanzas **para** concluir mi trabajo de tesis.

Ing. José Arizpe que me brindo su ayuda y conocimientos para concluir este trabajo de tesis.

DEDICATORIA

A mis padres: Por darme la vida, creyeron en mí y me apoyaron para seguir adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles. Que privilegio tenerlos como padres que gran regalo crecer sin olvidar, que agradable compañía. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos. Hoy que mis estudios profesionales han sido concluidos les digo que algo me llena de orgullo está dentro de ustedes.

Jorge Bravo Duarte. Que ha sido el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, siempre ha estado presente en mi vida y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido, un profesionista aparte de papa me ha brindado su confianza como compañero y amigo, me impulsa para seguir echándole ganas a la vida y siempre me ha brindado su apoyo. Te amo papá.

María Vázquez Rico. Gracias por haberme dado la vida y de existir. Apoyándome en todo momento que te necesito, por sus sabios consejos, sus valores, y la motivación que me ha dado, de ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor que me ha dado durante la vida, cuando no tenía a quien acudir, sabía que contaba contigo. Cuando todos los caminos se cerraban, tu puerta era la única siempre abierta. Y cuando todo se ponía difícil ahí estabas tú a mi lado diciéndome que todo saldría bien.

A mis hermanos

Silverio (Boya), y Miguel Ángel (collí). Con los que he compartido buenos y malos momentos durante nuestra vida siempre estamos junto. Gracias por su apoyo y comprensión que me han brindado durante mi proyecto de vida, aunque con cada uno de ustedes hemos convivido diferente Unidos por siempre. Familia **Bravo Vázquez.**

A mi hermana.

Alma Rosa Bravo Vázquez

Gracias por ser una persona muy linda hermana siempre has sido muy motivadora conmigo y que siempre me has apoyado en los buenos y malos momentos, más que nada la confianza que nos hemos tenido no olvides que te quiero mucho chata, me orgullece tener una hermana como tú.

A mi sobrino

Brandon Fabián Bravo Martínez (Ranchero). Desde el día de su llegada a sido la felicidad de la Familia, verlo crecer y tener su compañía, gracias a Dios por regalarnos una personita tan hermosa. Siempre estaré dispuesto para ofrecerte mi ayuda en lo que necesites.

A mi hija.

María Isabel Bravo Hernández (chatita). Querida hija, hay varias cosas que todavía no comprendes, sin embargo, quiero que estés siempre segura que el amor que siento por ti va más allá de los límites que puedas imaginarte. Por ti haría todo lo que fuese necesario, para verte sonreírle a la vida y jamás dejarte ganar por diminutos obstáculos. Eres la luz de mis ojos y lo seguirás siendo por siempre. Desde el día de tu llegada mi vida ha cambiado, has sido mi felicidad, mi alegría y motivación de seguir adelante. **Ayer mi bebe hoy mi nena y siempre mi princesa. Te amo.**

A mi esposa

Teresa Hernández Matías que se ha convertido en mi nueva familia desde ese día que decidimos estar juntos hemos luchado por salir adelante y aunque hemos pasado momentos de alegría y tristeza, a pesar de todo siempre hemos estado juntos gracias a ti que me motivaste para terminar este trabajo de tesis. **Te amo.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA.....	v
INDÍCE DE FIGURAS	x
INDICE DE CUADROS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen y Descripción del Rosal.....	4
Clasificación de las Rosas	5
Clasificación Taxonomía.....	6
Áreas Productoras en el Mundo y México.....	7
Variedades de Rosas.....	8
Plagas de Importancia Económica.....	9
Áfidos o pulgones (<i>Macrosiphum rosae</i>).....	9
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	9
Nematodos (Meloidogyne, Pratylenchus, Xiphinema).....	10
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	10
Arañita roja (<i>Tetranychus urticae</i>) (Koch 1836).....	11
Distribución	12
Clasificación Taxonómica de <i>Tetranychus Urticae</i>	13
Morfología y Biología	14

Huevo.....	16
Larva	16
Ninfa.....	17
Protoninfa.....	17
Deutoninfa.....	17
Adulto.....	18
Hembra	18
Macho	18
Tiempo de Desarrollo.....	18
Requerimientos Climáticos	19
Diapausa.....	20
Mecanismos de Dispersión	20
Dispersión	21
Daños.....	21
Métodos de control.....	23
Control biológico	23
Control Químico	23
Resistencia de <i>T. urticae</i> a Acaricidas	24
Amitraz.....	25
Modo de acción	27
MATERIALES Y METODOS	28
Ubicación del Experimento	28
Material Biológico.....	28
Producto Evaluado.....	28
Bioensayo	28

Criterio de Muerte	29
Análisis Estadístico	29
RESULTADO Y DISCUSIÓN	30
CONCLUSIÓN	35
LITERATURA CITADA.....	36
APENDICE	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i>	15
Figura. 2 Estructura Química del Amitraz.....	26
Figura. 3 Unidad experimental y observación al microscopio de <i>T.urticae</i>	29
Figura. 4 Línea de concentración-mortalidad a las 24,48 y 72 horas, del producto Amitraz en una población de <i>T. urticae</i>	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Mortalidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> a las 24 horas	30
Cuadro 2. Mortalidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> a las 48 horas.	31
Cuadro 3. Mortalidad de hembras adultas de <i>T. urticae</i> a las 72 horas.	32
Cuadro 4 Concentración letal y límites fiduciales de acaricidas aplicados a hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i>	33
Cuadro 5 Mortalidad corregida de hembras adultas de <i>T. urticae</i> 24 horas después de la exposición al Amitraz.....	40
Cuadro 6. Mortalidad corregida de hembras adultas de <i>T. urticae</i> 48 horas después de la exposición al Amitraz.	41
Cuadro 7. Actividad Acaricida de Amitraz (ppm) en <i>T. urticae</i> expuestos a diferentes concentraciones de Amitraz 72 horas. después de la exposición.	42

RESUMEN

El cultivo de rosal es sumamente importante en la actualidad, siendo la flor ornato más popular y de mayor demanda en varios países del mundo. El principal problema en el cultivo del Rosal es *Tetranychus urticae*, el cual disminuye rendimientos y aumenta costos de producción. Por lo cual el objetivo de la presente investigación fue evaluar la efectividad del insecticida-acaricida Amitraz sobre una población de *T. urticae* en hojas de rosal, la efectividad biológica se probó mediante método de bioensayo por inmersión, con diez tratamientos más un testigo absoluto, los bioensayos se realizaron bajo condiciones controladas de 25 ± 2 °C y una HR de 70-80 % y un fotoperiodo de 16:8 horas luz oscuridad. Las evaluaciones de mortalidad se realizaron a las 24, 48 y 72 horas. Los resultados muestran una CL₅₀ de 399.43 ppm a las 24 h después de la aplicación y 120.44 y 63.19 para las 48 y 72 respectivamente. Lo que se puede concluir que el producto evaluado puede considerarse una herramienta eficiente para el control de *T. urticae*.

Palabras claves: Rosal, Amitraz, CL 50, *Tetranychus urticae*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de rosas es un cultivo perenne, pudiendo llegar a ser productiva durante 12 años. Las rosas (*Rosa sp*) pertenece a la familia de las Rosaceae y su origen es Sudafricano, son plantas arbustivas o trepadoras, cuyas hojas compuestas pecioladas con folíolos aserrados llegan a tener hasta siete folíolos, sus tallos largos erectos que alcanzan alturas de 1 a 3 metros, considerándose el producto final de la exportación, razón por la cual es muy importante su calidad, dicha calidad va acompañado de las características del botón floral como: color, tamaño y consistencia, siendo factores que establecen el mercado del producto (Núñez, 2008).

Los principales países productores son Holanda, con 7,378 hectáreas, Estados Unidos, con 20,181 hectáreas y Japón, con 17,569 hectáreas. México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en superficie plantada con ornamentales con 23,417 ha, de esta superficie de las cuales 1,106 ha corresponden al cultivo del rosal, y particularmente 506 ha se producen bajo condiciones de invernadero (SIAP, 2009), con una enorme importancia en la región sur del Estado de México; en el año 2004 ocupó alrededor de 400 ha, lo que representa una inversión de 800 millones de pesos, y generó más de 3200 empleos directos y más de 300 millones de pesos de ganancias libres por año López (2003), el rosal se produce a nivel de invernadero, en campo abierto y mallas sombras como especie de flor cortada para su venta en el mercado nacional e internacional. El acceso de los floricultores a estos mercados depende en gran medida de la calidad de flor producida: diámetro de flor, largo de tallo y duración pos cosecha, que puede ser modificada a través de una adecuada nutrición y un buen manejo en el control de las plagas insectiles ya que estas plagas pueden mermar la producción del rosal e incluso si no se controla puede acabar con el cultivo, dentro de estas se encuentran, las siguientes plagas: pulgones, mosca blanca, trips y la araña roja.

Uno de los principales problemas para esta especie vegetal, lo constituye la araña roja (*Tetranychus Urticae* Koch.) (Acari: Tetranychidae), ya que reduce la

fotosíntesis, afecta la apertura de los estomas, la transpiración y el contenido de clorofila (Landeros *et al.*, 2013); asimismo, Reddy y Baskaran (2006), observaron que con una población de 15 individuos por hoja, en tan sólo 37 días, redujeron la capacidad fotosintética de las hojas del rosal en un 50%; en infestaciones aún mayores el daño a las plantas es devastador, pudiendo llegar a perder todas sus hojas a lo largo del tallo, dejando solamente escasos folíolos y un pequeño capullo en el extremo del vástago (Larson, 1996). Este ácaro, también afecta a este cultivo cuando se produce en invernadero, llegando a disminuir la calidad de la flor y en consecuencia, mermando la competitividad de los floricultores en el mercado nacional e internacional (Syed, 2006). La plaga prospera sin dificultad, ya que el microhábitat proporcionado por la capa de aire que envuelve a la superficie de las hojas, le ofrece condiciones favorables de temperatura (12 a 40 °C) y humedad relativa baja (Bautista, 2006).

Hay muchos productos químicos que se pueden utilizar en el control de las poblaciones de este ácaro. Hay que tener en cuenta que los mayores ataques se producen en épocas de calor y baja humedad, condiciones que se suelen dar en verano. Hay que valorar antes de realizar un tratamiento químico la presencia de enemigos naturales, y considerar el efecto que el producto puede tener sobre estos.

La reducción de las poblaciones de araña roja requiere la utilización de diversos métodos o técnicas de control. Entre ellos destacan el control químico, el biológico y el cultural.

En cuanto al control químico, es muy importante la alternancia entre materias activas con distintos modos de acción para evitar el desarrollo de resistencias. Las materias activas permitidas actualmente para el control de *Tetranychus Urticae*

Son las siguientes: Abamectina, Hexitiazox, ectoxazol, fenazaquin, piridaben y Amitraz es un producto que pudiera tener efectos favorables para el control de esta plaga, ya que es de diferente grupo toxicológico y diferente modo de acción.

Objetivo

Evaluar la efectividad del insecticida-acaricida Amitraz sobre una línea de campo de *T. urticae* en hojas de rosal.

Hipótesis

El Amitraz puede Reducir eficientemente las poblaciones de *T. urticae* en Rosal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Descripción del Rosal

El género *Rosa* Esta compuesta por una multitud de especies distribuidas ampliamente por todo el mundo. Los fósiles más antiguos encontrados hasta ahora tienen más de treinta millones de años. Estas formas primitivas se han extinguido y el género se ha diferenciado en más de 200 especies botánicas las cuales al parecer son nativas del hemisferio norte; Sin embargo, debido a la ocurrencia de las poblaciones híbridas encontradas en estado silvestre, la cantidad real de las verdaderas especies no se conoce con exactitud, a diferencia de su origen, pues es conocido que las especies espontáneas surgieron en las regiones septentrionales de Asia y Europa (López, 1981; Larson, 2004).

El rosal es una planta perenne, arbustiva, ramificada, de porte bajo y de crecimiento continuo, con ramas leñosas y normalmente espinosas. Las hojas son pinnadas, con estipulas, caducas y compuestas de cinco a siete folíolos, más o menos ovalados y con la nervadura del envés sobresalientes (Larson, 2004).

Además de decoración (en arreglos, ramos, racimos, etc.), las rosas se usan en la producción de cosméticos, remedios e infusiones para tés aromáticos. La clasificación más generalizada de los cultivares de rosas para flor cortada distingue dos importantes grupos, los híbridos de té (rosa estándar), caracterizados por la presencia de una flor grande, tallo con entrenudos largos, baja presencia de botones laterales y fuerte dominancia del botón apical y las floribundas, de flor pequeña, numerosos botones laterales, tallo corto y muy productivas. Además, se puede incluir un tercer grupo: las rosas Spray, que llevan más de dos flores en cada tallo (Bañon *et al.*, 1993).

Las rosas tienen una inflorescencia determinada que puede asumir las formas corimbiforme, paniculada o solitaria. Los colores varían rojo, blanco, Rosa, amarillo, naranja a lavanda con muchos matices, sombras y tintes entre ellos (Larson, 2004).

El material vegetal existente dada la importancia del cultivo, es muy variable, pudiendo utilizarse la convencional planta injertada de un año realizada en vivero, planta micro propagada, planta injertada sobre porta injerto e incluso al estaquillado directo en algunos cultivares. Sin embargo, lo usual es la utilización de un porta injerto sobre el que se injerta en vivero el cultivar elegido, con una vida útil en invernadero entre 6-8 años, según condiciones de cultivo (Bañon *et al.*, 1993).

Clasificación de las Rosas

Las rosas se clasifican en tres grandes grupos: rosas modernas de jardín, rosas antiguas de jardín y rosas silvestres. Dentro de esta clasificación las rosas que se estudiaron son las rosas modernas de jardín. Este grupo de rosas apareció después de 1867, y se divide en arbustos, matorrales, rosas miniatura y trepadoras. Las de arbusto son las más importantes ya que poseen mayor demanda. A su vez, los rosales de arbusto se dividen en híbridos de Té, Floribundas y Polyanthas.

Los híbridos de Té son cultivados por la belleza de sus flores. La rosa es la flor de corte con mayor consumo a nivel mundial. Celebración de fechas conmemorativas (San Valentín, Día de las Madres, Navidad), decoración de interiores, eventos sociales (bodas, funerales) y regalo.

Clasificación Taxonomía

La rosa se encuentra clasificada científicamente dentro de los siguientes grupos botánicos (Bañon *et al.*, 1993).

Dominio: Eukarya

Reino: Plantae

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledóneas

Superorden: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: *Rosaceae*

Subfamilia: *Rosoideae*

Tribu: Roseae

Género: Rosa

Especie: Rosa *sp.*

Áreas Productoras en el Mundo y México

De acuerdo a la panorámica general de la producción mundial de rosas, Holanda es uno de los países líder, que no solo mantiene su producción, sino que la aumenta constantemente a pesar de disponer de climatología más bien adversa (Bañon *et al.*, 1993).

En Holanda hay 5,000 productores de flores, 7,625 hectáreas cultivables, de las cuales el 70% es de invernadero. La mayor parte de su producción florícola es obtenida en invernaderos. El éxito de este país como exportador de flores se debe al sistema de comercialización interno y externo, el cual se hace a través de una subasta, única en su género. La calidad de las flores holandeses es alta, pues han desarrollado diferentes y eficientes métodos de cultivo (García *et al.*, 1999).

En América Latina, países como Colombia, México, Costa Rica y Ecuador disponen de excelente tierra, agua y clima, acompañados con mano de obra barata, que les confieren perspectivas condiciones favorables. En similar condición se encuentran algunos países africanos, especialmente Marruecos, Egipto y Kenia (Bañon *et al.*, 1993).

En México, la actividad ornamental avanza en forma progresiva. En 1994 se contaba a nivel nacional con 6,391 ha para producir flores a cielo abierto y 550 ha para producción bajo invernadero. Dentro de las flores más cultivadas tanto a nivel nacional como internacional se encuentra la rosa (*Rosa sp.*) (Martínez, 1997).

Los principales estados productores de *Rosa* son el estado de México, Puebla, Morelos, Querétaro, Hidalgo y el estado de México, de los cuales el estado de Morelos es quien durante el periodo 1990-2010 ha destinado una mayor superficie para la producción de este cultivo con un promedio de 408.6 has., en segundo lugar el estado de México destina en promedio 365.6 has., les siguen los estados de Puebla cultiva en promedio 68.2 has., Querétaro 67.9 has., en el estado de México 27.8 y por último es Hidalgo con solo 6.5 has.

El Estado de México ocupa el primer lugar como región productora de ornamentales, teniendo como principal zona el distrito de Coatepec Harinas, el cual destinó una superficie de 639 ha en 2008 para cultivar rosa de corte en invernadero. En lo que respecta al distrito de Coatepec Harinas, sobresale el municipio de Villa Guerrero que cuenta con los sistemas de producción necesarios para mantener su actividad florícola en aumento y mejora constantemente. La evolución de la actividad florícola en el municipio de Villa Guerrero ha Mantenido una tendencia creciente, tanto en lo relacionado con la superficie Cultivada, como en la producción generada, destacando el incremento de 271.1% en cuanto al primer caso, como puede observarse (Vargas, 2006).

Variedades de Rosas

En la actualidad se conocen alrededor de 30.000 variedades de rosas, pero su número aumenta cada año.

- **Alba.** De gran tamaño, los conjuntos de rosas están compuestos por entre cinco y siete flores semidobles o dobles. Sus hojas son muy copiosas y luminosas.
- **Borbonia.** De ellas brotan flores dobles en grupos de tres, que florecen en verano y en otoño. En general, son trepadoras, por lo que sirven para adornar muros y columnas.
- **Entifolia.** Crecen en forma de arbustos espinosos, con flores de gran fragancia. Éstas son a menudo dobles y florecen en solitario o en grupos de tres.
- **China.** Florecen en pequeños o medianos arbustos, en grupos de dos a trece flores. De hojas brillantes, necesitan un lugar protegido para crecer. Son idóneas para borduras y paredes.
- **Damascenos.** Son arbustos de aspecto abierto con flores semidobles o dobles de gran fragancia. Son recomendables para realizar borduras, con las que delimitar parterres o caminos.
- **Floribunda.** Sus flores son pequeñas y forman racimos, lo que les da mucho colorido. También son reflorecientes. Se plantan en grupos y en borduras de un color.

- **Polyantha.** Son arbustos compactos, muy espesos, cargados de flores pequeñas. Al igual que las floribundas, se plantan en grupos y en borduras de un color

Plagas de Importancia Económica

Áfidos o pulgones (*Macrosiphum rosae*)

Se trata de un pulgón de 3 mm de longitud de color verdoso que ataca a los vástagos jóvenes o a las yemas florales, que posteriormente muestran manchas descoloridas hundidas en los pétalos posteriores. Un ambiente seco y no excesivamente caluroso favorece el desarrollo de esta plaga. El rosal se considera su hospedero primario, al cual llega en otoño para cumplir su etapa sexuada con la postura de huevos invernantes. En la primavera vive en los brotes del rosal y luego migra a sus hospederos secundarios donde se suceden varias generaciones partenogénicas durante la primavera y el verano. Al aproximarse el otoño vuelve a su hospedero primario.

Daños y síntomas

- Los Pulgones absorben la savia de las hojas. Causan así importantes daños.
- Aparte de esto, la Negrilla que aparece sobre la melaza afea a la planta y también perjudica al impedir la fotosíntesis.
- Otra cosa importante es que los Pulgones son los principales transmisores de virus. Pican en una planta infectada y al picar en otra sana, le inyectan el virus.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

- Síntomas de la presencia de Mosca blanca son, aparte de ver la propia mosquita blanca en el envés, decoloraciones, manchas amarillas y marchitamiento, retraso de la planta, o incluso la muerte. El daño lo producen tanto las larvas como los adultos chupando savia.

Esto origina una pérdida de vigor de la planta, puesto que está sufriendo daños en sus hojas y dando mal aspecto estético. Las hojas quedan ennegrecidas y disminuida su función fotosintética.

Nematodos (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*).

Atacan la parte subterránea provocando frecuentemente agallas sobre las raíces, que posteriormente se pudren.

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips se introducen en los botones florales cerrados y se desarrollan entre los pétalos y en los ápices de los vástagos. Esto da lugar a deformaciones en las flores que además muestran listas generalmente de color blanco debido a daños en el tejido por la alimentación de los Trips.

Los daños directos.

Se producen por larvas y adultos al picar y succionar el contenido celular de los tejidos. Los daños producidos por alimentación producen lesiones superficiales de color blanquecino en la epidermis de hojas y frutos, en forma de una placa plateada, que más tarde se necrosan, pudiendo afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en los meristemas, que al desarrollarse la hoja en la epidermis aparecen manchas cloróticas arrugándose.

Los daños indirectos

Son los producidos por la transmisión de virosis, *Frankliniella occidentalis*, tiene la posibilidad de ser un vector de transmisión, puesto que inyecta saliva y succiona los contenidos celulares. Este insecto transmite fundamentalmente el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV, del inglés Tomato Spotted Wilt Virus), el cual afecta principalmente a tomate, pimiento y ornamentales.

Arañita roja (*Tetranychus urticae*) (Koch 1836).

Es una de la plaga de mayor importancia en el rosal. El ácaro de dos manchas, *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) está catalogado como una de las especies que más problemas ocasiona a la agricultura en el mundo. Su alto potencial reproductivo le permite incrementar la población rápidamente, de tal manera que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman medidas de control pertinentes (Gould, 1987).

Diversas investigaciones indican que esta especie es una de las que más casos de resistencia a los acaricidas ha presentado (Gould, 1987). El problema se complica además por la presencia del fenómeno de hormoligosis (la alteración del comportamiento, biológico y ciertas funciones vitales de un organismo como respuesta al estímulo de concentraciones sub letales de un tóxico), que puede inducir el incremento anormal de las tasas de reproducción de la plaga (Luckey, 1968). Se han desarrollado investigaciones tendientes a conocer los cambios en el comportamiento poblacional de esta especie cuando se le expone a algunos acaricidas.

El ácaro de dos manchas, arañita roja o ácaro de invernaderos, *Tetranychus Urticae* Koch antes formaba parte de un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes plantas hospederas. Una revisión de la familia *Tetranychidae* publicada en 1955 (Pritchard y Baker citados por Jeppson *et. al.*, 1975), incluía 43 sinónimos para *T. telarius* (nombre inicial de este complejo). Estos se reportan atacando a más de 150 especies de cultivos, siendo difícil saber con exactitud las especies de plantas dañadas únicamente por *T. urticae*. Sin embargo, se sabe que esta especie es un serio problema en frutos deciduos, árboles de sombra y arbustos especialmente de climas templados (Jeppson *et. al.*, 1975).

Bravo *et al.*, (1988) señala que, a pesar de su gran fecundidad y su amplia distribución, los ácaros son poco conocidos por el hombre debido a su tamaño tan pequeño. Aunque algunos son bien conocidos por sus daños a la agricultura: “las

arañas rojas” (Tetranychidae). Debido a que esta especie presenta un rango amplio de hospederos, podemos mencionar que los daños o lesiones provocados son similares en todas las especies vegetales atacadas por esta plaga. Little (1972) la menciona como plaga en una gran diversidad de cultivos; además que su daño lo ocasionan al alimentarse del envés de las hojas, raspando y succionando la savia, las arañitas se cubren con una seda fina que cuando las infestaciones son severas, logran cubrir por completo la planta, a su vez se reporta que *T. urticae* inverna en las plantas de porte bajo y que las violetas son favorables.

Distribución

La especie *T. urticae* se encuentra ampliamente distribuida en el mundo principalmente en zonas templadas. Se le ha asociado a más de 150 especies de plantas hospederas de importancia económica (Mlley y Conell citados por Cruz, 1984). Esta especie es muy conocida en árboles frutales en los estados Unidos de América y Europa (Tuttle y Baker, 1968). Mullin (1984) indica que el acaro de dos manchas se encuentra atacando cultivos de frijol, papa, maíz y algodón en el estado de Michigan, EE.UU. Doreste (1988), señala que en Venezuela arañita roja ataca al cultivo de tomate, melón y berenjena.

T. urticae ha aumentado su importancia debido a que es un acaro cosmopolita y muy polífago, dado que afecta prácticamente a todos los cultivos protegidos, cultivos al aire libre, y gran número de especies espontáneas succionan la savia y reduce las fotosíntesis de las plantas ya que esta plaga cuando rebasa el umbral económico y no hay control, merma la producción e incluso puede llegar a matar la planta de cualquier cultivo. Comprenden entre un 15 y 20% de las especies plaga de mayor incidencia económica en los cultivos.

Clasificación Taxonómica de *Tetranychus Urticae*

Reino: Animalia

Subfilo: chelicerata

Filo: Artrópoda

Clase: Arácnida

Subclase: Acari

Orden: Prostigmata

Suborden: Eleutherengona

Infraorden: Raphignathae

Superfamilia: Tetranychoidae

Familia: *Tetranychidae*

Género: *Tetranychus*

Especie: *Tetranychus Urticae* Koch (1836).

Morfología y Biología

La familia Tetranychidae comprende un grupo de ácaros fitófagos constituido por 1200 especies pertenecientes a 70 géneros (Zhang, 2003), siendo las del género *Tetranychus* las que producen las mayores pérdidas económicas.

Se caracterizan por presentar una distribución cosmopolita, por su tendencia a agruparse en colonias (Takafuji & Kamibayashi, 1984; Gotoh, 1997; Gotoh *et al.*, 2007) produciendo densas telas (Saïto 1983), y por la polifagia de algunas de sus especies (Ferragut & Santoja, 1989; Zhang, 2003).

Tetranychus Urticae (Acari: Tetranychidae), llamada comúnmente “arañuela roja” o “arañuela de las dos manchas”, fue descrita por primera vez por Koch en 1836 (Pritchard & Baker, 1955). Los individuos tienen tamaño pequeño, entre 0,2 y 0,6 mm, y el color del cuerpo puede ser verde o rojo. De acuerdo a Dupont (1979) la forma verde es generalmente encontrada en climas fríos y templados mientras que la forma roja en zonas cálidas y subtropicales. Existe un marcado dimorfismo sexual entre la hembra y el macho, siendo este más pequeño y alargado (Ashley, 2003; Zhang, 2003).

Las arañita roja se reproducen sexualmente dando lugar a machos y hembras, y también por partenogénesis arrenotóquica cuando ponen huevos sin haberse producido la cópula, en cuyo caso los descendientes son solamente machos haploides (Brandenburg & Kennedy, 1987). La “arañuela de las dos manchas” pasa por cinco estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, con un estado de quiescencia luego de cada estado inmaduro, llamados ninfocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente (van de Vrie *et al.*, 1972). Durante este período de inactividad los ácaros forman una nueva cutícula antes de desprender su exuvia (Helle Sabelis, 1985).

Las hembras prefieren el envés de las hojas para ovipositar, pero en infestaciones severas ovipositan en toda la superficie de la planta produciendo una gran cantidad de seda que a veces llega a cubrir todo el vegetal.

Las temperaturas para el desarrollo de este acaro va de 12 a 40 grados centígrados, aunque se sabe que puede soportar temperaturas desde 8.8 a 43.8° C, con una óptima de 26° C. Se ha observado que a temperaturas de 30 a 32° C, el desarrollo desde huevo a adultos e completa de 8 a 12 días, la longevidad de la hembra es de 30 días y durante esta etapa ovipositan de 90 a 110 huevos (Jeppson *et, al.*, 1975).



Figura. 1 Ciclo de vida de *Tetranychus urticae*

Huevo: Los huevos de *T. urticae* miden de 110-150 µm. Son de color translúcido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va desarrollando el embrión, la superficie del corión es lisa con leves irregularidades.

En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo (Crooker, 1985). El mismo autor estudió el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio (además de algunas observaciones de campo) y describió varios estados de vida, características de alimentación y hábitos de apareamiento.

Así mismo, observó los efectos de la temperatura sobre el periodo de incubación de los huevos, reportando que a 24 ° C el período de incubación era de tres días, mientras que se necesitaban 21 días a una temperatura de 11° C. El tiempo de desarrollo fue de 5 a 20 días para machos (con un tiempo promedio de vida de 28 días).

Según Hassey, Parr y Coates (citados por Kennedy y Smitley, 1985), la dispersión entre plantas en algunas especies es el resultado de la tendencia de un grupo de hembras pre reproductivas a emigrar de las hojas en las cuales ellas se desarrollaron. Una vez que han ovipositado, pocas hembras de *Tetranychus Urticae* tiene la tendencia a colonizar hojas nuevas o al menos lo hacen en menor grado que las hembras que no han iniciado la oviposición

Larva. (Malais y Ravensber, 1992). Reportaron que las larvas tienen tres pares de patas y cuando emergen son incoloras, únicamente sus ojos rojos. Después de alimentarse, su color cambia a verde ligero, amarillo o verde intenso. En este estado aparecen dos manchas sobre la parte media del dorso. Los peritremas tienen forma de bastón y están en posición dorsal al final de las setas propodosomales anteriores (Jeppson, *et al.*, 1975). Las larvas tienen un cuerpo redondeado y blanquecino, con un tamaño de 0,15 mm, siendo lo más

característico, que poseen tres pares de patas, a diferencia de los estados intermedios entre larvas y adultos, que son las protoninfas y deutoninfas, que ya poseen los cuatro pares de patas (Malais y Ravensberg, 1995).

Ninfa. Posee dos estadios ninfales. Protoninfa y Deutoninfa. En ambos son del mismo color que las larvas, aunque las manchas en los laterales del dorso aparecen más grandes y nítidas. Poseen cuatro pares de patas.

La diferencia entre ambos estadios radica en el tamaño, mayor en la deutoninfa. En este estado se pueden ya diferenciar según las formas de ninfas que darán origen a hembras, y cuáles son las precursoras de los machos, siendo las hembras de mayor tamaño, más voluminosas y redondeadas.

Protoninfa. La emergencia de esta se puede advertir porque la larva quiescente adopta un aspecto de momificación, la cutícula se torna brillante y de apariencia quebradiza. Al dar inicio la emergencia, la cutícula vieja se divide en dos partes. La protoninfa se desprende primero de la parte anterior de la exuvia no habiendo dificultad para deshacerse de ella, ya que como se haya adherida a la hoja retrocede y queda libre.

La protoninfa presenta 8 patas y al emerger tienen una coloración amarilla clara, no se observan las dos manchas oscuras y es ligeramente ovoide; cuando desarrolla, tiene un color verde claro a amarillo oscuro y con las dos manchas oscuras grandes, la parte superior del cuerpo se redondea y al igual que las larvas pueden tejer “telaraña” (Jeppson *et al.*, 1975; Hernández., 1978).

Una vez que ha terminado la protoninfa sigue un estado de reposo conocido como; Deutocrisalis. Esto es igual que la Protoceisalis, con la única diferencia de que tiene cuatro pares de patas y es de mayor tamaño (Hernández, 1978).

Deutoninfa: Es muy similar a la protoninfa (coloración, ausencia de manchas, cuatro pares de patas) la diferencia es únicamente el tamaño, generalmente es más oscura.

En esta etapa ya se puede reconocer el sexo ya que hay dos tipos, unas presentan mayor tamaño, la parte posterior del cuerpo redondeada y originan hembras.

Cuerpo gradualmente más angosto. Los dos tipos presentan las manchas oscuras grandes y un color amarillo oscuro. Al terminar su desarrollo se inactiva y pasa a otro estado de reposo conocido como: Teliocrisalis. - de forma variada de acuerdo al sexo y con las mismas características que las otras formas de reposo (Hernández 1978).

Adulto: El macho adulto es de coloración pálida y más pequeño que la hembra. Posee un abdomen puntiagudo y el mismo número de setas. Las manchas dorsales son casi imperceptibles y de color gris. El primer tarso presenta cuatro pares de setas táctiles y dos sensoriales, cercanas a las dúplex proximales. La primer tibia presenta nueve táctiles y cuatro sensoriales.

Hembra: Al principio es blanca con dos manchas dorsales bien limitadas, el abdomen presenta 26 setas dorsales lanceoladas y curvadas hacia atrás. La parte posterior del cuerpo es redondeada y más grande que el macho, con una mayor capacidad de producción de “telaraña.” Los ojos son de rojo carmín y en sus últimos días de vida presentan una coloración café clara, las manchas negras se tornan rojizas y el cuerpo da una apariencia de pérdida de agua (Jeppson *et al.*, 1975; Hernández, 1978).

Macho: Los machos presentan una coloración más pálida que la hembra, comúnmente de color crema, más pequeño con la parte posterior del cuerpo gradualmente más angosta; a medida que se acerca a la parte distal del opistosoma. Por su tamaño los ocelos resaltan considerablemente; los machos son más activos que las hembras y no producen “telarañas”

Tiempo de Desarrollo

Además de la temperatura, la humedad esta también muy relacionada con el desarrollo del ácaro de dos manchas. Boudreaux (1958), estudio el efecto de la humedad relativa en la ovipostura, eclosión y supervivencia de seis especies de arañita roja y encontró que bajo condiciones de baja humedad

(0 a 35 por ciento de Humedad Relativa), las hembras de *T. urticae* ponen más huevos y viven más. El autor concluye que el fenómeno es debido a que las condiciones anteriores ocasionan que la hembra ingiera alimento en mayor cantidad y este se concentra más en el cuerpo por la razón de que también habrá mayor evaporación a través de la cutícula. Se ha estudiado ampliamente el desarrollo de las especies de ácaros fitoparásitos utilizando diferentes plantas hospederas y se conoce que de acuerdo a las plantas utilizadas puede haber diferencias en desarrollo, reproducción, longevidad e incremento poblacional. Estas diferencias pueden estar asociadas con factores de tipo alimenticio como textura de las hojas, valor nutricional de la planta, fisiología o condiciones particulares micro-ambientales (Crooker, 1985).

Requerimientos Climáticos

La araña roja es una gran plaga en áreas agrícolas donde las condiciones son favorables para su desarrollo (Jeppson *et al.*, 1975 y Van der Geest, 1985; citado por Giménez *et al.*, 1994). Esta es sensible a la temperatura y a la humedad y se reproduce rápidamente bajo condiciones relativamente calientes y secas, condiciones que favorecen una reproducción rápida dando como resultado un gran daño a los cultivos (Preece, 1993).

Se ha demostrado que el tiempo de desarrollo post embrionario está íntimamente asociado con la temperatura. Crooker (1985), observó que a 22.8 °C el desarrollo del estado larval fue de unos días. El estado de protoninfa según este último autor es de un día a 23.3 °C y de 13 días a 9 °C. La deutoninfa tardó un día en completar su desarrollo a 23.4°C y se prolongó hasta 45 días cuando éstas se expusieron a 4.3°C. Además de la Temperatura, la humedad está también muy relacionada con el desarrollo del acaro de dos manchas. Boudreaux (1958) estudió el efecto de la humedad relativa en la ovipostura, eclosión y supervivencia de seis especies de arañitas y encontró que bajo condiciones de baja humedad (0 a 35% H.R.) Las hembras de *T. urticae* ponen más huevos y viven más.

El autor concluye que el fenómeno es debido a que las condiciones anteriores ocasionan que la hembra ingiera alimento en Mayor cantidad de tal forma que se concentra más en el cuerpo por la razón de que también hay Mayor evaporación a través de la cutícula.

Diapausa

Estos mecanismos son para escapar el tiempo adverso, como la migración la cual se usan los organismos para escapar el espacio no deseado. Muchas especies tienen diapausa en el invierno (hibernación). Algunos con diapausa en el estadio de huevo, estas especies ponen los huevos en otoño y estos eclosionan en la primavera siguiente. Los huevos diapáusicos tienen una cubierta de cera en la parte dorsal y ventral (para prevenir la desecación o la deshidratación de los huevos), pero los huevos normales o no-diapáusicos tienen cera sólo en la superficie dorsal. Ejemplos de huevos con cascara dura se encuentran en los géneros *Panonychus Bryobia* y algunos *Oligonychus*. En otras especies la diapausa sucede en el estadio de hembra adulta, por ejemplo, en géneros *Tetranychus*, *Eutetranychus*, y algunas especies de *Oligonychus*. Las causas de la inducción de diapausa Principalmente son hormonales pero los estímulos externos son por fotoperiodo, temperatura, baja cantidad de alimentos y % de HR. Las especies que habitan en lugares templados no necesariamente tienen diapausa en lugares tropicales. Los efecto de la temperatura sobre parámetros poblacionales de las arañas rojas ha sido cuantificado con sus ajustes curve lineales apropiadas (Badii *et al.*, 2003).

Mecanismos de Dispersión

Una de las formas de los miembros de la subfamilia a la que pertenece la especie *T. urticae* es la de producir una especie de hilo que utilizan en la construcción de telarañas. La forma y característica de la telaraña va de acuerdo a cada especie en particular. En el caso del ácaro de dos manchas una vez iniciada la invasión de

las plantas empiezan a construir telarañas de forma muy irregular en la superficie de la hoja, una vez que se ha cubierto parte de la hoja con telaraña su actividad se reduce y se esconden bajo la telaraña en donde se alimentan y ovipositan. La telaraña además de las funciones ya mencionadas sirve también para dar protección contra factores climáticos adversos, enemigos naturales, acaricidas y puede marcar una especie de territorialidad contra individuos fitoparásitos de otras especies (Gerson, 1985).

Dispersión

Hay formas de dispersión. Las arañas rojas son especies que con facilidad invaden nuevos ecosistemas (Badii y Landeros, 2007).

Tipo paracaídas: (Globo, es decir la acción de moverse como un globo o un paracaídas), el ácaro pende de un hilo de telaraña depositado en las hojas, soportando su peso sobre este hilo, y después por ayuda de una corriente de aire (muy suave) se mueve una distancia larga. Este tipo de dispersión sucede bajo condiciones de corrientes de aire suaves, por lo que una infestación pesada de tetraníquidos.

Movimiento de tipo masivo: cuando la planta está fuertemente infestada el ácaro se mueve hacia arriba de las plantas y produce una masa de telaraña en el punto terminal de la planta. Situaciones de viento un poco fuertes o insectos o pájaros que vuelan y tocan estas colonias de ácaros y mueven estas masas de ácaros.

Daños

Malais y Ravensberg (1992), reportan como uno de los principales daños la destrucción de la clorofila, con lo cual se disminuye el crecimiento de la planta. En cultivos como en tomate y cucurbitáceas se presentan pérdidas, cuando un 30% del área foliar es dañada. Introducen sustancias hacia el interior de la planta, las cuales probablemente son tóxicas, sin embargo, poco se sabe de esto y se forman

manchas sobre las hojas, además de que la telaraña daña la apariencia del cultivo. Esto último es especialmente un problema en cultivos ornamentales. La mayoría de los ácaros se alimentan del envés de las hojas, cerca de la periferia ocasionan enroscamiento de los bordes, otros provocan clorosis, defoliación y daño en el fruto impidiendo que este madure (Vera *et al.*, 1990). Los daños los causan las formas móviles al alimentarse. Estos clavan los quelíceros y absorben los jugos celulares. Al vaciar las células, el tejido afectado adquiere una coloración amarillenta que se torna marrón con el paso del tiempo (Cruz, 1984).

Por lo cual ocasiona un daño físico al mesó filo esponjoso y de empalizada; además, se ha determinado que los tejidos afectados, los estomas, tienden a permanecer cerrados, lo que disminuye la tasa de transpiración (Sances *et al.*, 1979).

En las hojas las poblaciones se sitúan en el envés. Los daños se manifiestan en el haz por la aparición de zonas enrojecidas o amarillentas en áreas lisas (hojas formadas) o abombadas (hojas en formación). Cuando las densidades son elevadas las hojas más viejas llegan a desecarse. Las partes tiernas ven reducido su crecimiento, cubriendo la planta al final de las telarañas sobre las que caminan los adultos. Estas telas sedosas tejidas por las hembras, protegen de sus potenciales enemigos a los huevos, larvas, ninfas y fases inmóviles (Nuez, 1995).

Los tetraniquídos han desarrollado algunos mecanismos que le ayudan a dispersarse y colonizar plantas ampliamente separadas y pueden servir también como mecanismos de escape de los enemigos naturales. Para Kennedy y Smitley (1985), este mecanismo es el movimiento de individuos a partir de colonias altamente pobladas, pudiendo ocurrir de las partes infestadas a las no infestadas en una misma planta o bien hacia plantas diferentes. Según Hassey, Parr y Coates (citados Kennedy y Smitley, 1985), la dispersión entre plantas en algunas especies es el resultado de la tendencia de un grupo de hembras pre-reproductivas a emigrar de las hojas en las cuales ellas se desarrollaron.

Métodos de control

Control biológico

Según De Bach (1968), el control biológico se considera, desde el punto de vista ecológico, como una fase del control natural; puede definirse entonces como la acción ejercida por parásitos, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de otro organismo en un promedio más bajo que el que tendría en ausencia de ellos. El mismo autor opina que el control biológico aplicado se desarrolla en contra de organismos que son plagas actuales o potenciales.

El ácaro depredador *P. persimilis*, es el enemigo natural más importante para controlar a *T. urticae* y ha sido introducido en muchos cultivos de todo el mundo. Este acaro depredador fue el primer agente de control biológico empleado en invernaderos y actualmente aún sigue siendo muy eficaz. Sin embargo, bajo condiciones secas y cálidas, tiene dificultad para mantener a las colonias de araña roja bajo control. En tales condiciones, puede emplearse el ácaro *Amblyseius californicus*, ya que es más tolerante a temperaturas más altas, humedades relativas más bajas y a plaguicidas que *P. persimilis* (Malais y Ravensbrg, 2006).

Control Químico

El combate químico es una de las formas más ampliamente utilizadas para controlar a esta especie. Velasco y Pacheco (1968) reportan que el primer compuesto químico utilizado en invernadero para el control de las arañas rojas fue la naftalina y que posteriormente se utilizó el azufre. Jeppson *et al.*, (1975) menciona que en la década de los 20`s fueron ampliamente utilizados los aceites de petróleo en frutales deciduos y cítricos. A partir de los años 30`s se desarrollaron los primeros acaricidas orgánicos (Dinitrofenoles) que, sin embargo, presentaron problemas de fitotoxicidad en las plantas (Jeppson *et al.*, 1975).

Los mismos investigadores reportan una lista de 24 acaricidas utilizados entre 1945 y 1969. En la última década se han desarrollado numerosas investigaciones sobre la aplicación de acaricidas para el control de esta especie.

Banhawy y Amer, (1992) evaluaron bajo condiciones de laboratorio el efecto de Flufenoxuron en la biología de *T. urticae* después de su exposición, mencionan que el Flufenoxuron mostró diversos efectos sobre el ácaro de dos manchas, de acuerdo a la edad y a las concentraciones probadas. Los estados inmaduros jóvenes mostraron más susceptibilidad que los de más edad. Además, la duración del periodo de desarrollo y la reproducción se incrementó en los tratamientos, el número de huevos/macho/10 días fue menor que en el control. Las hembras tratadas a concentraciones que fueron de 400 ppm – 20 ppm produjeron huevos no viables y la viabilidad incrementó al decrecer la concentración hasta 1 ppm.

Por otro lado, Rani y Mohan (1998) evaluaron el Flufenoxuron (Cascade 10 %) en rosales bajo condiciones de sombra, se obtuvo una mortalidad mayor al 90 % con una dosis de 1.5 ml/litro, aunque la acción del Flufenoxuron fue lenta no mostró toxicidad a la planta de rosal seguridad contra ácaros depredadores.

Resistencia de *T. urticae* a Acaricidas

El control de *T. urticae* a nivel mundial es realizado principalmente con acaricidas, en consecuencia esta especie ha desarrollado resistencia a compuestos de diferentes grupos toxicológicos (Devine *et al.*, 2001).

La resistencia en ácaros fue primeramente observada en la arañita de dos manchas al selenesulfito potásico de amonio por Compton y Kearns en 1937, citado por Luna (1993). Posteriormente a la introducción de acaricidas organofosforados en 1947, paratión y TEPP, con excelente control de ácaros, aunque posteriormente en 1949 se manifestó resistencia a estos acaricidas. Posteriormente para 1950, fueron reportados en Europa y Estados Unidos

causando resistencia en ácaros en rosal (Jeppson *et al.*, 1975). El Amitraz es una alternativa para el manejo integrado de la araña roja ya que es diferente modo de acción y diferente grupo toxicológico para alternarlo con los otros grupos químicos. Amitraz 21.74%. Ce » [21.74% en peso equivale al 20% p/v]. Formamidina no sistémica con actividad insecticida y acaricida por ingestión, inhalación y contacto, presentada en forma de concentrado emulsionable para aplicar en aspersion al follaje. Resulta efectiva en el control de numerosos ácaros tetraníquidos, algunos eriófidos, mosquitas blancas, pulgones y ciertos gusanos.

El Amitraz fue patentado por primera vez en 1971, registrado como pesticida de grado técnico en 1975 (USEPA, 1996), y comercializado en 1981. La EPA (Environmental Protection Agency) clasifica al Amitraz como clase III, nocivo (USEPA, 1996).

Actualmente se utiliza como insecticida, acaricida y como medicamento de uso veterinario para la prevención y tratamiento de infestaciones por ectoparásitos.

Es activo por contacto, siendo efectivo contra un gran número de insectos y ácaros (Hollingworth, 1976; Hollingworth y Lund, 1982; Müller, 1983; Farmer, y Seawright, 1989; Usepa, 1996; Burrows, 2000). A pesar de que el Amitraz tiene una acción con cierto carácter selectivo sobre insectos, la poca experiencia y los escasos estudios sobre toxicidad publicados ha llevado a que varios autores y Agencias internacionales muestren su preocupación por los posibles efectos adversos que puede tener sobre la salud del hombre (USEPA, 1996; JMPR, 1998).

Amitraz

Grupo químico: AMIDINA (FORMAMIDINA) estructura química: el amitraz es una formamidina, miembro de la familia química de las amidinas; fue utilizado en medicina veterinaria y en agricultura como insecticida, antiparasitario y acaricida.

Su nombre químico es: N'-(2,4-dimethylphenyl)-N-[[2,4-dimethylphenyl] imino methyl]-N methylmethanimidamide N, N-bis (2,4-xililiminometil) metilamina.

Su estado físico es en forma de cristales incoloros que se descompone al evaporarse y puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización, especialmente, si se encuentra en forma de polvo.

La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión. Es soluble en solventes orgánicos como el tolueno, acetona y xileno. El Amitraz es un excelente acaricida un antiparasitario externo eficaz contra garrapatas resistentes a organofosforados, piretroides carbamatos, debido a que presentan un mecanismo de acción diferente, el cual está relacionado con la interferencia con la función monoaminérgica neuronal (Hollingworth y Lund, 1982). Además del efecto letal sobre las garrapatas, también tiene efecto repelente en los animales tratados. Las formamidinas afectan específicamente al comportamiento y algunas veces al desarrollo de varios insectos y ácaros, mientras muestran una muy baja toxicidad aguda para vertebrados (Beeman, 1982; Hollingworth, 1976).

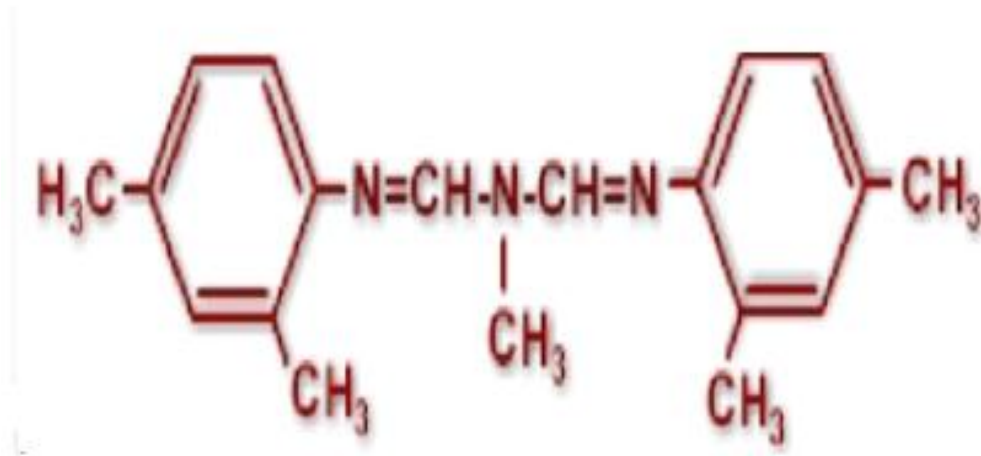


Figura. 2 Estructura Química del Amitraz

Modo de acción

Formamidinas este grupo está constituido por acaricidas que ejercen sus efectos mediante la inhibición de la enzima monoamino oxidasa, la cual es responsable del metabolismo de las aminas neurotransmisoras presentes en la garrapata. Estos compuestos actúan como agonistas de los receptores octopaminérgicos de las garrapatas.

La octopamina (OPM) es un neurotransmisor primario en los artrópodos que actúa en un nivel pre sináptico y pos sináptico en el sistema nervioso central y periférico modulando la excitabilidad muscular. El producto de mayor uso en la actualidad es el Amitraz (Blagburn y Lindsay, 2003).

Estos compuestos imitan la acción de la octopamina, neurotransmisor que regula el comportamiento de excitación dentro del SNC, actuando también como una neurohormona sobre tejidos periféricos que inducen la movilidad de lípidos, carbohidratos y como un neuromodulador central y periférico que actúa sobre los músculos, la corpora cardíaca y la corpora allata en los artrópodos, mediando toda su actividad a través de tres clases de receptores acoplados a proteínas G vinculadas a la adenilato ciclasa (Prullage *et al.*, 2011).

La acción agonista del Amitraz en los receptores de OPM conduce a una marcada hiperexcitabilidad, dando lugar a temblores, convulsiones, anorexia y desprendimientos. En las garrapatas, la acción letal del Amitraz es potenciada por la aparición de un metabolito desmetilado activo más potente, que se origina como producto de la degradación rápida del fármaco madre. El Amitraz, de manera complementaria inhibe las prostaglandinas que intervienen en el proceso de la alimentación por iniciación y mantenimiento de la lesión en el hospedero. La OPM también está involucrada en el comportamiento reproductivo de los insectos, por su actividad sobre receptores específicos en el oviducto, interfiriendo en el proceso de oviposición y eclosión, lo que potencia su acción letal (Muñoz, 2002).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

La presente investigación se llevó acabo en la cámara bioclimática de Acarología agrícola en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Coahuila se encuentra a una latitud de 25°26'43"N 100°50'48"O y una altitud de 1680 msnm.

Material Biológico

Se utilizó una colonia de *Tetranychus Urticae* provenientes de rosales, localizados en invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro los cuales se trasladaron la cámara bioclimática para la realización del bioensayo.

Producto Evaluado

Para le evaluación de toxicidad se empleó el acaricida, Amitraz (CE 21.74%) más un adherente comercial (Bionex) a razón de 1ml/L⁻¹ Las concentraciones evaluadas fueron de 100, 200, 300,400, 500, 600, 700, 800,900, 1000 ppm y un testigo absoluto, al cual solo se le agrego agua destilada con el adherente (Bionex).

Dicho bioensayo se mantuvo en condiciones controladas de temperatura de 26 ± 2 ° C, humedad relativa de 70 ± 10 % y fotoperiodo de 12:12 luz: oscuridad.

Bioensayo

El material biológico se manejó de acuerdo con la técnica de hoja-arena de Abou-Setta y Childers (1987). Y consto de diez tratamientos más un testigo, con diez repeticiones cada repetición consistió en círculos de hoja de rosal con un diámetro de 3 cm, los cuales fueron sumergidos de manera individual, por cinco segundos en las diferentes concentraciones, posteriormente dichos foliolos se dejaron secar en papel absorbente para quitar el exceso de humedad y

posteriormente al secado, se colocaron sobre una lámina, de algodón saturada de agua para evitar el escape de individuos.

En seguida se colocaron 10 Hembras adultas de *Tetranychus Urticae* en cada disco de hoja. Las evaluaciones de mortalidad se realizaron a las 24, 48 y 72 horas.



Figura. 3 Unidad experimental y observación al microscopio de *T.Urticae*

Criterio de Muerte

Después de la exposición. Se consideró ácaros muertos aquellos que no presentaron movimientos al ser estimulados con un pincel.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para la comprobación de medias entre los tratamientos y días después de aplicación del producto en el paquete estadístico R versión 3.4.1. El máximo nivel de mortalidad aceptable en el testigo absoluto fue de 15% y se corrigió mediante la fórmula de Abbott (Abbott, 1925).

Los datos de mortalidad se analizaron mediante un análisis de máxima verosimilitud (Análisis Probit) obteniendo así las CL50, y límites fiduciales, utilizando el programa R versión 3.4.1 para Windows, de la compañía R Foundation for Statistical Computing, el cual es de distribución libre (R Core Team) 2017.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1. se muestran las medias registradas a las 24 horas de exposición de *Tetranychus Urticae* al producto, donde se observa la mortalidad media más baja de 15.6 a concentración de 100 ppm con una mortalidad máxima de 73.8 a una concentración de 1000 ppm, sin embargo se puede observar que a partir de la dosis de 300 ppm se obtuvo una mortalidad de 49.7%, estos resultados difieren a los reportados por Dombrowski *et al.*, 1994 donde reporta que a 360 ppm de Amitraz, causa aproximadamente 70% de mortalidad de ácaros.

Cuadro 1. Mortalidad de hembras adultas de *T. urticae* a las 24 horas

Dosis	N	Media
1000	100	73.828 a
900	100	66.83 ab
800	100	65.84 ab
400	100	63.80 ab
600	100	60.79 ab
500	100	49.78 abc
300	100	49.73 abc
200	100	47.76 abc
700	100	32.65b c
100	100	15.64 c

En el cuadro 2. Se presentan los resultados de mortalidad de *T. urticae* 48 horas después de la aplicación del producto, en el cual se puede observar un incremento mayor al 10% en el porcentaje de mortalidad con respecto a las 24 horas iniciales a lo reportado por Pardo (2012) donde se ve afectado significativamente su ciclo de vida, mostrando un aumento en niveles de mortalidad superiores a 20% en concentraciones similares respectivamente, la concentración de 900 ppm logró mayor mortalidad, con respecto a Chilcutt y Tabashnik (1995) reporta que 800 ppm de Amitraz tiene una mortalidad del 75%.

Cuadro 2. Mortalidad de hembras adultas de *T. urticae* a las 48 horas.

Dosis	N	media
1000	100	89.85 a
900	100	87.87 a
800	100	76.72 a
400	100	73.61 a
600	100	84.76 a
500	100	70.68 a
300	100	76.56 a
200	100	74.70 a
700	100	69.64 a
100	100	31.17 b

En el Cuadro 3. se presentan las medias de mortalidad a las 72 horas después de la aplicación del producto en hembras adultas de *T. urticae* que muestran los valores de mortalidad más altos los cuales fueron aumentando al paso del tiempo, llegando hasta un 92.9 ,93.9, 95.9% de mortalidad en las concentraciones más altas, estos resultados difieren a lo reportado por Dombrowsky y Dennehy (1994) donde en un estudio similar reporta una mortalidad superior al 70% en concentraciones de 360 ppm, mientras que Larraín (2002) en un estudio en plagas de pepino en Chile reporta un buen control de *T. urticae* con una aplicación de 2 L ha⁻¹ de Amitraz (Tactic 2%) obteniendo una reducción significativa (80%) en el promedio de adultos de *T. urticae*, estos resultados difieren a lo reportado por Ariza y Yucely (2000) en el cultivo de rosal en *T. urticae* ya que reportan no ser un producto eficaz para el control de este acaro, mientras Aguilar *et al.*, (1993) reporta un control moderado de adultos.

Cuadro 3. Mortalidad de hembras adultas de *T. urticae* a las 72 horas.

Dosis	N	Media
1000	100	93.10 a
900	100	95.95 a
800	100	92.92 a
400	100	87.87 a
600	100	89.90 a
500	100	82.82 a
300	100	87.86 a
200	100	83.84a
700	100	93.95 a
100	100	50.45 b

Cuadro 4. Concentración letal y límites fiduciales de acaricidas aplicados a hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

Días	Df	LFI	LFS	CL 10	CL 50	CL 90	Ecu. Predicción	
24	9	332.123	471.82	27.09	399.43	5888.61	-0.050	0.123
48	9	77.41	160.61	8.94	120.44	1623.35	-0.051	0.079
72	9	34.10	93.16	5.66	63.19	705.09	-0.060	0.023

En el cuadro 4. Se observan valores de CL₅₀ referentes a los días después de aplicación del producto, valores correspondientes a 399.43, 120.44 y 63.19.11 ppm para 24, 48 y 72 horas respectivamente, la cual nos hace referencia a que, a

mayor tiempo de exposición, la CL₅₀ aumenta, esto nos dice que se necesita mayor tiempo de exposición para obtener un mejor efecto del producto. Al respecto, Aguilar *et al.*, (2011), en evaluaciones de Amitraz (Akaroff 21.7 C. E) en *T. urticae* reportaron una CL₅₀ de 0.02, 1.92 y 0.30 ml/L⁻¹ (20, 1920 y 300 ppm)

Respectivamente para tres diferentes municipios del Estado de México, Ay *et al.*, 2005 reportan una CL₅₀ menor a 63 ppm a las 24 horas con una CL₉₀ inferior a lo reportado en el trabajo (<290 ppm).

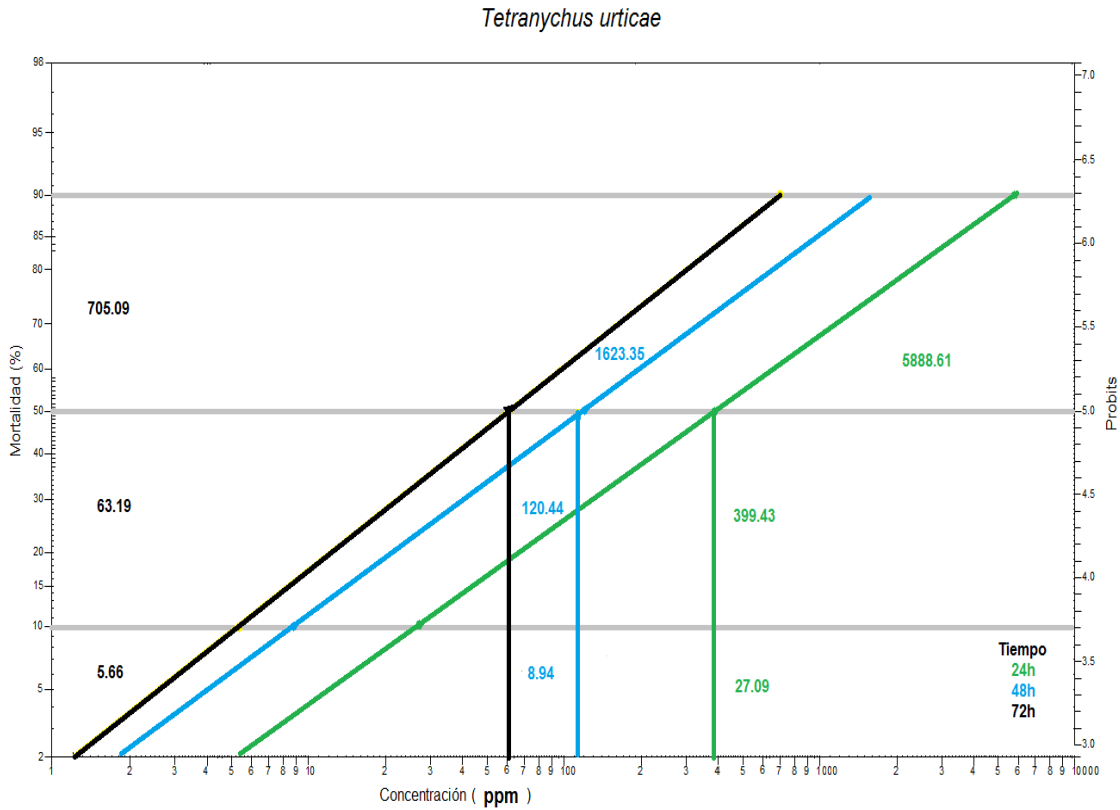


Figura. 4 Línea de concentración-mortalidad a las 24,48 y 72 horas, del producto Amitraz en una población de *T. urticae*

En la figura 4 se observan las líneas con tendencia perpendicular hacia el eje de las "X". La línea verde que representa la mortalidad estimada a las 24 horas posteriores a la aplicación está más inclinada hacia la parte derecha de la figura en la cual se observa CL₅₀ y CL₉₀ más elevada en comparación de la línea azul que representa la mortalidad después de las 48 horas y la línea amarilla 72 horas después de la aplicación donde se presenta la dosis más baja de CL₅₀, esto hace referencia que el producto tiene una mayor efectividad después de las 24 horas.

CONCLUSIÓN

El efecto acaricida de Amitraz sobre la población estudiada de *T. urticae* de mostró una CL_{50} de 399.43, 120.44 y 63.19 a las 24, 48 y 72 horas respectivamente. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que el producto evaluado puede considerarse una herramienta eficiente para el control de *T. urticae*.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, H., Vargas, C., Calvo, G., & Ochoa, R. (1993). Combate de *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en Rosa sp. Con mezclas de acaricidas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). (Mar 1993). (27), 11-17.
- Aguilar-Medel, S., Díaz-Gómez, O., Rodríguez-Maciel, J. C., González-Camacho, J. E., García-Velasco, R., Martínez-Carrillo, J. L., & Reséndiz-García, B. (2011). Resistencia de *Tetranychus Urticae* Koch a Acaricidas Usados en la Producción de Rosal de Invernadero en México. *Southwestern Entomologist*, 36(3), 363-371
- Ariza, A., & Yucely, S. (2000). Evaluación de la eficiencia física y biológica de diferentes técnicas de aplicación para el control de ácaros (*Tetranychus Urticae* Koch), en un cultivo de rosa (Rosa Sp.).
- Ay, R., Sökeli, E., Karaca, I., & Gürkan, M. O. (2005). Response to some acaricides of the two-spotted spider mite (*Tetranychus Urticae* Koch) from protected vegetables in Is part. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29(3), 165-171.
- Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg – laying, hatching, and survival in various spider mites. *Jour. Insect. Physiol.* 2: 65.
- Cedola, C.V., N.L. Sánchez y G. Liljestrom. 2001. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus Californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*. 25: 819-831.
- Croft, B. A., R. W Miller, R. D. Nelson and P. H Westigard. 1984. Inheritance of early-stage resistance to formentanate and cyhexatin in *Tetranychus Urticae* Koch (Acarine: Tetranychidae). *J. Econ, entomol.* 77:5 74.578.
- Crooke A. 1985. Embryonic and Juvenile Development. En, Helle W. y W. M. Sabelis Edits.: *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1ª. El Sevier Sci. Publ. Co. pp. 149 – 160.

- Cruz, M. P. 1984. Ácaros fitófagos de los principales cultivos de México. En, G. J. Vera, E. Prado y A. Lagunes Edits.: Colegio de postgraduados Chapingo, México. 251-259 pp.
- Devine G.j., Barber M. & Denholm I. (2001) Resistans mechanisms to mitochondrial electron transport inhibitors in a field-collected strain of *Tetranychus Urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae). Pest Management Science 57,443-448.
- Doreste, S.E. 1988. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 410 pp.
- El-Banhawy, *et al.* 1992. Retarded biology of the two – spotted spider mite *Tetranychus Urticae* Koch after exposure to the antimoulting compound, Flufenoxuron under laboratory conditions. Anzeiger. Vol. 65: 126 – 128.
- Gerson, U. 1985. Webbing. En Helle y Sabelis, edits: Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1ª. El Sevier Sci. Publ. Co. PP. 223.
- Ferguson (1991) evaluó la resistencia cruzada positiva a Amitraz, Bromopropilato y Clorobenzilato. Una moderada resistencia negativa hacia clorpirifos; y menciona que el mecanismo de resistencia a Dicofol parece ser el incremento de destoxificación metabólica.
- Gómez, M.C.A. 2007. Dinámica del sistema depredador-presa de las arañas rojas y los Fitoseidos (Acari: Tetranychidae, Phytoseidae) en cultivos hortícolas. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. 148 p. Valencia, España.
- Gould, H. J. 1987. Protected crops. Burn A. J., T. H. Croaker y P. C. Jeppson, edits: Integrated Pest Management. Academic. Press. Pp. 404 - 405.

- Hernández V., E., 1998. Evaluación de parámetros poblacionales de *Tetranychus Urticae* Kooch (Acari: Tetranychida), sobre tres líneas de frijol pinto. Tesis de licenciatura. Departamento de parasitología UAAAN Buenavista. Saltillo Coahuila.
- Hilarión, A., A. Niño, F. Cantor, D. Rodríguez y J.R. Cure. 2008. Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Parasitiformes: Phytoseiidae) en cultivo de rosa. Agronomía Colombiana. 26(1): 68-77.
- Hilarión, A., A. Niño, F. Cantor, D. Rodríguez y J.R. Cure. 2008. Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Parasitiformes: Phytoseiidae) en cultivo de rosa. Agronomía Colombiana. 26(1): 68-77.
- Hussey, N. W. y W. I. Parr. 1963. The effect of glasshouse led spider Mite (*Tetranychus Urticae* Koch) on yield of cucumber .J. Hon.Sci.38:225-263
- Ibrahim Y. B., y CH. O. Knowles. 1986. Influence of formamidines on reproduction in two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) J. Econ. Entomol. 79: 7 – 14. 36.
- Jeppson, L. R., H. H. Keifer, y E. W. Baker. 1975 Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. 614 pp.
- Krantz, G. W. 1970. A. Manual of Acarology. P509. Oregon State University. Book Stores Inc. Krips, O.E., Kleign, P.W., Willems, P.E.L., Gols G.J.Z. y Dicke, M. 1999. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology. 23(2): 119-131.

Lee, Y. M., Song, K., Ahn, k. Lee, J. Kim and G. Kim. 2003. Monitoring of Acaricide resistance in two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) Populations forms Rose Greenhouse in Korea. J. Asia-Pacific Entomol. 6(1):91-96.

Landeros F. J., Cerna Ch. E., Aguirre U. L. A., Flores C. R. y Ochoa F. M. 2013. Demographic parameters of *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae) on four *Rosa spp.* cultivars. Florida Entomologist 96 (4): 1508-1512.

Cuadro 5. Mortalidad corregida de hembras adultas de *T. urticae* 24 horas después de la exposición al Amitraz.

CONCENTRACIONES	# DE I.T	I.M	% .M	% .S	% .MC
Testigo	100	5	4.75	95.25	
100 ppm	100	16	16	84	11.81
200 ppm	100	46	45.54	54.46	42.82
300 ppm	100	50	50	50	47.5
400 ppm	100	64	64	36	62.2
500 ppm	100	50	50	50	47.5
600 ppm	100	61	60.39	39.61	58.41
700 ppm	100	33	33	67	34.62
800 ppm	100	66	66	34	64.13
900 ppm	100	67	67	33	66.95
1000 ppm	100	74	72.2	27.48	27.48

1. Ppm= partes por millón 2. # DE I.T.= número de individuos tratados. 3. I.M=Individuos muertos. 4. %.M=porcentaje de mortalidad. 5. % S=porcentaje de supervivencia. 6. M.C: Mortalidad corregida

Cuadro 6. Mortalidad corregida de hembras adultas de *T. urticae* 48 horas después de la exposición al Amitraz.

Concentraciones	# DE.T	I.M	% M	%. S	M.C
Testigo	100	9	8.91	91.09	
100 ppm	100	34	33.66	66.34	27.17
200 ppm	100	75	73.5	26.5	70.9
300 ppm	100	77	77	23	74.75
400 ppm	100	74	71.78	28.22	69.01
500 ppm	100	71	69.58	30.42	66.6
600 ppm	100	85	84.15	15.85	82.59
700 ppm	100	70	70	30	67.06
800 ppm	100	79	78.21	21.79	76.07
900 ppm	100	88	88	12	86.82
1000 ppm	100	90	85.5	14.5	84.08

1. Ppm= partes por millón **2.** # DE I.T.= número de individuos tratados. **3.** I.M=Individuos muertos. **4.** %.M=porcentaje de mortalidad. **5.** % S=porcentaje de supervivencia. **6.** M.C: Mortalidad corregida.

Cuadro 7. Actividad Acaricida de Amitraz (ppm) en *T. Urticae* expuestos a diferentes concentraciones de Amitraz 72 horas. después de la exposición.

Concentraciones	# de I.T	I.M	%.M	% S	M.C
Testigo	100	11	10.89	89.11	
100 ppm	100	54	52.38	47.62	46.56
200 ppm	100	84	81.48	18.52	79.21
300 ppm	100	88	86.24	13.76	84.55
400 ppm	100	88	84.48	15.52	82.88
500 ppm	100	92	78.85	21.15	76.26
600 ppm	100	90	85.5	14.5	83.72
700 ppm	100	94	93.06	6	92.21
800 ppm	100	93	92.07	7.93	91.1
900 ppm	100	96	96	4	95.51
1000 ppm	100	94	91.2	8.8	90.12

1. Ppm= partes por millón 2. # DE I.T.= número de individuos tratados. 3. I.M=Individuos muertos. 4. %.M=porcentaje de mortalidad. 5. % S=porcentaje de supervivencia. 6. M.C: Mortalidad corregida.

APENDICE

24 horas

Tratamientos	R	V	M	D	Tratamientos	R	V	M	D	Tratamiento s	R	V	M	D
Testigo	1	10			400	1	3	7		800	1	4	6	
Testigo	2	10			400	2	2	8		800	2	7	3	
Testigo	3	10			400	3	3	7		800	3	8	2	
Testigo	4	8	2		400	4	5	5		800	4	5	5	
Testigo	5	9	1		400	5	7	3		800	5		10	
Testigo	6	10			400	6	5	5		800	6	4	6	
Testigo	7	9	1		400	7		10		800	7	3	7	
Testigo	8	10			400	8	1	9		800	8	1	9	
Testigo	9	10			400	9	7	3		800	9		10	
Testigo	10	9	1		400	10	3	7		800	10	2	8	
100	1	9	1		500	1	10			900	1	5	5	
100	2	6	4		500	2	6	4		900	2	3	7	
100	3	9	1		500	3	4	6		900	3	3	7	
100	4	9	1		500	4	2	8		900	4	4	6	
100	5	10			500	5	5	5		900	5	3	7	
100	6	7	3		500	6	3	7		900	6	3	7	
100	7	9	1		500	7	4	6		900	7		10	
100	8	7	3		500	8		10		900	8	4	6	
100	9	10			500	9	7	3		900	9	3	7	
100	10	8	2		500	10	9	1		900	10	5	5	
200	1	4	5	1	600	1	4	6		1000	1		10	
200	2	2	8		600	2	2	8		1000	2		9	1
200	3	4	6		600	3	3	7		1000	3	4	6	
200	4	1	9		600	4	5	5		1000	4	4	6	
200	5	4	6		600	5	1	9		1000	5	4	6	
200	6	6	4		600	6	5	4	1	1000	6	3	7	
200	7	9	1		600	7	6	4		1000	7	3	6	1
200	8	2	8		600	8	3	7		1000	8	3	7	
200	9	10			600	9	5	5		1000	9	2	8	
200	10	9	1		600	10	4	6		1000	10	1	9	
300	1	6	4		700	1	10							
300	2	3	7		700	2	9	1						
300	3	8	2		700	3	9	1						
300	4	8	2		700	4	6	4						
300	5	6	4		700	5	8	2						
300	6	7	3		700	6		10						
300	7	1	9		700	7	8	2						
300	8	4	6		700	8	6	4						
300	9	3	7		700	9	5	5						
300	10	4	6		700	10	6	4						

R=repeticiones V=vivos M=muertos D=desaparecidos

48 horas

Tratamientos	R	V	M	D	Tratamientos	R	V	M	D	Tratamientos	R	V	M	C
Testigo	1	9	1		400	1	1	8	1	800	1	2	6	
Testigo	2	9	1		400	2	1	9		800	2	3	7	
Testigo	3	9	1		400	3	1	9		800	3	7	3	
Testigo	4	8	2		400	4	4	5	1	800	4	3	7	
Testigo	5	9	1		400	5	4	5	1	800	5		10	
Testigo	6	7	3		400	6	3	7		800	6	1	9	
Testigo	7	9	1		400	7		10		800	7	1	9	
Testigo	8	9		1	400	8	1	9		800	8	1	8	1
Testigo	9	9	1		400	9	6	4		800	9		10	
Testigo	10	9	1		400	10	2	8		800	10	2	8	
100	1	7	3		500	1	8	2		900	1	4	6	
100	2	4	5	1	500	2	6	4		900	2	1	9	
100	3	8	2		500	3		10		900	3		10	
100	4	9	1		500	4	1	9		900	4	1	9	
100	5	8	2		500	5	1	9		900	5	2	8	
100	6	7	3		500	6	1	9		900	6		10	
100	7	4	6		500	7	2	7	1	900	7		10	
100	8	2	8		500	8		9	1	900	8	3	7	
100	9	9	1		500	9	5	5		900	9		10	
100	10	7	3		500	10	3	7		900	10	1	9	
200	1	4	5	1	600	1	1	9		1000	1		10	
200	2	1	9		600	2		10		1000	2		9	1
200	3	2	8		600	3		10		1000	3		8	2
200	4		10		600	4		10		1000	4	2	7	1
200	5		10		600	5		10		1000	5		10	
200	6	2	8		600	6	3	6	1	1000	6	1	9	
200	7	1	9		600	7	4	6		1000	7		9	1
200	8		9	1	600	8	2	8		1000	8	1	9	
200	9	4	6		600	9	2	8		1000	9	1	9	
200	10	9	1		600	10	2	8		1000	10		10	
300	1	1	9		700	1		10						
300	2		10		700	2	8	2						
300	3	2	8		700	3	2	8						
300	4	8	2		700	4	5	5						
300	5	2	8		700	5	7	3						
300	6	6	4		700	6		10						
300	7		10		700	7	3	7						
300	8	2	8		700	8	3	7						
300	9	1	9		700	9		10						
300	10	1	9		700	10	2	8						

R=repeticiones V=vivos M=muertos D=desaparecidos

72 horas

Tratamientos	R	V	M	D	Tratamientos	R	V	M	D	Tratamientos	R	V	M	D
Testigo	1	9	1		400	1		9	1	800	1	1	9	
Testigo	2	9	1		400	2	1	9		800	2	1	9	
Testigo	3	8	2		400	3		10		800	3	1	9	
Testigo	4	8	2		400	4	1	8	1	800	4	1	9	
Testigo	5	9	1		400	5	1	8	1	800	5		10	
Testigo	6	9	1		400	6	1	9		800	6		10	
Testigo	7	9	1		400	7		10		800	7		10	
Testigo	8	9		1	400	8	1	9		800	8		9	1
Testigo	9	9	1		400	9	2	8		800	9		10	
Testigo	10	9	1		400	10	1	8	1	800	10	2	8	
100	1	4	6		500	1	3	7		900	1	2	8	
100	2	3	6	1	500	2	3	7		900	2		10	
100	3	6	4		500	3		10		900	3		10	
100	4	8	2		500	4		9	1	900	4	1	9	
100	5	6	3	1	500	5		9	1	900	5		10	
100	6	3	7		500	6		9	1	900	6		10	
100	7	4	6		500	7		9	1	900	7		10	
100	8	2	8		500	8		10		900	8		10	
100	9	5	5		500	9	3	6	1	900	9		10	
100	10	2	7	1	500	10	3	7		900	10	1	9	
200	1	2	7	1	600	1		9	1	1000	1		10	
200	2	1	8	1	600	2		10		1000	2		9	1
200	3		10		600	3		10		1000	3		8	2
200	4		10		600	4		8	2	1000	4		9	1
200	5		10		600	5		10		1000	5		10	
200	6		10		600	6	1	9		1000	6		10	
200	7		10		600	7	1	8	1	1000	7		9	1
200	8		9	1	600	8	2	8		1000	8		10	
200	9	3	7		600	9		10		1000	9	1	9	
200	10	7	3		600	10	1	8	1	1000	10		10	
300	1	1	9		700	1		10						
300	2		10		700	2	2	8						
300	3		9	1	700	3		10						
300	4	3	7		700	4		10						
300	5	1	9		700	5	2	8						
300	6	3	7		700	6		10						
300	7		10		700	7		10						
300	8	2	8		700	8		9	1					
300	9		9	1	700	9		10						
300	10		10		700	10	1	9						

R=repeticiones V=vivos M=mueertos D=desaparecido