

**TOLERANCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) RECOLECTADA EN MAÍZ A ACARICIDAS
DE DIFERENTE GRUPO TOXICOLÓGICO**

OTON BRAVO SANTOS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**



PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Abril de 2009

**TOLERANCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)
RECOLECTADA EN MAÍZ A ACARICIDAS DE DIFERENTE GRUPO
TOXICOLÓGICO**

TESIS

PRESENTADA POR:

OTON BRAVO SANTOS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____
DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES

Asesor: _____
DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ

Asesor: _____
M.C. LUIS PATRICIO GUEVARA ACEVEDO

DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES
Director de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2009.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por guiar mi camino y por cuidarme siempre, dándome la oportunidad de seguir superándome diariamente.

A MIS PADRES:

Nabor Bravo Enríquez y Sofía Santos Reyes, por darme la vida, por el gran amor que siempre me han brindado, por sus sabios consejos, apoyo incondicional y buenos deseos.

A MIS HERMANOS:

Tolentino, José, Maribel y Bertín, por apoyarme en los momentos difíciles y por sus buenos deseos.

A MI ESPOSA:

Autelina, por su infinito amor, cariño y comprensión en todo momento, por sus sabios consejos y por ser mi apoyo y mi ayuda en la realización de mis proyectos.

A MI HIJA:

Isis Jatziri por ser parte de mi vida e inspiración para superarme diariamente.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Claudio, Jhony, Ivonne, Juanita, Santiago, Tere, Pau, Carol, por brindarme su apoyo incondicional durante la realización de mis estudios de Posgrado.

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. Jerónimo Landeros flores** por su valiosa asesoría y apoyo en la realización de este trabajo, por su apreciable amistad.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez** por su valiosa asesoría y participación en la realización de este trabajo, por su amistad.

Al **Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez (†)** por su valiosa asesoría en la realización de este trabajo de investigación.

Al **Dr. Gabriel Gallegos Morales** por su apreciable amistad y por sus sabios consejos.

Al **Dr. Sergio R. Sánchez Peña** por su apreciable amistad y consejos durante mi estancia en esta Universidad.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Posgrado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** por apoyarme con la beca para realizar mis estudios de Posgrado.

Al **Personal del Departamento de Parasitología** por el apoyo brindado durante mi estancia en el Posgrado.

Al **Personal de Posgrado** por su valioso apoyo para poder concluir la realización de este trabajo.

A la familia **Villegas Bolaños** por su incondicional apoyo para la realización de este proyecto.

COMPENDIO

TOLERANCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RECOLECTADA EN MAÍZ A ACARICIDAS DE DIFERENTE GRUPO

TOXICOLÓGICO

POR

OTON BRAVO SANTOS

MAESTRIA

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL DE 2009

Dr. Jerónimo Landeros Flores. Asesor

Palabras Clave. Ácaro de dos manchas, CL₅₀, acaricidas, control químico, resistencia.

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México.

Teniendo como objetivo conocer el grado de tolerancia de *Tetranychus urticae* Koch a los acaricidas comúnmente utilizados para su control.

Se colectaron hojas del sustrato medio de plantas infestadas con ácaros provenientes de un cultivo de maíz forrajero comercial, libre de acaricidas del ciclo primavera-verano 2008, posteriormente se hicieron una serie de bioensayos, para determinar el grado de tolerancia a acaricidas de diferente grupo toxicológico.

Para realizar los bioensayos se utilizó la técnica de inmersión en hoja propuesto por la FAO 1979. Los datos se registraron de 24-72 h dependiendo del producto.

La CL_{50} para Naled, Dimetoato, Dicofol, Endosulfan, Bifentrina, Propargite, Milbemectina, Flufenoxurón y Fenazaquin fue de 32.9, 908.94, 6.18, 54.45, 2.0, 10.72, 0.01, 26.84, 0.45 ppm respectivamente.

La arañita de dos manchas presentó menor tolerancia a Milbemectina, seguida por Fenazaquin. Los productos Dimetoato y Endosulfan requieren mayor concentración para controlar a *T. urticae*.

ÍNDICE GENERAL

COMPENDIO	v
ÍNDICE DE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
APENDICE A	xi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	3
Importancia económica.....	3
Distribución.....	4
Ubicación Taxonómica.....	5
Ciclo de vida.....	5
Huevo.....	6
Larva.....	7
Ninfa.....	7
Adultos.....	7
Biología.....	8
Daños.....	9
Mecanismos de dispersión.....	10
Control de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	11
Resistencia a Plaguicidas.....	15
Tipos de resistencia.....	15
Resistencia por comportamiento.....	16
Resistencia morfológica.....	16
Resistencia fisiológica.....	16
Resistencia de <i>T. urticae</i> a Acaricidas.....	17
Métodos para la detección de la resistencia.....	19
Métodos directos.....	19
Métodos indirectos.....	21
Organoclorados.....	22
Dicofol.....	22
Endosulfan.....	23
Organofosforados.....	24
Naled.....	25
Dimetoato.....	26
Piretroides.....	26
Bifentrina.....	27
Quinazolinás.....	29

Fenazaquin.....	29
Sulfurosos.....	30
Propargite.....	30
Pentaciclinas.....	30
Milbemectina.....	30
Benzoilúreas.....	32
Flufenoxurón.....	33

Artículo Científico

TOLERANCIA DE <i>Tetranychus urticae</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) RECOLECTADA EN MAÍZ A ACARICIDAS DE DIFERENTE GRUPO TOXICOLÓGICO.....	34
Conclusiones generales.....	49
Literatura citada.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Productos Organofosforados utilizados en el control de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	12
2	Productos organoclorados utilizados en el control de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	13
3	Productos acaricidas registrados en CICOPLFEST-2005 utilizados para el control de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	6
2	Fórmula Estructural del Dicofol.....	23
3	Formula estructural del Endosulfan.....	24
4	Fórmula estructural del Naled.....	26
5	Fórmula estructural del Dimetoato.....	26
6	Fórmula estructural de Bifentrina.....	28
7	Fórmula estructural de Fenazaquin.....	29
8	Fórmula estructural de Propargite.....	30
9	Fórmula estructural de Milbemectina.....	31
10	Fórmula estructural de Flufenoxurón.....	33

APENDICE A

Figura		Página
A1	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 24 h de exposición.....	61
A2	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 48 h de exposición.....	61
A3	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 72 h de exposición.....	62
A4	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 24 h de exposición.....	62
A5	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 48 h de exposición.....	63
A6	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 72 h de exposición.....	63
A7	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dimetoato a 24 h de exposición.....	64
A8	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Propargite a 24 h de exposición.....	64
A9	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Propargite a 48 h de exposición.....	65
A10	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Endosulfan a 24 h de exposición.....	65
11	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Bifentrina a 24 h de exposición.....	66
12	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de	

	Bifentrina a 48 h de exposición.....	66
13	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dicofol a 24 h de exposición.....	67
14	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dicofol a 48 h de exposición.....	67
15	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 24 h de exposición.....	68
16	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 48 h de exposición.....	68
17	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 72 h de exposición.....	69
18	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquin a 24 h de exposición.....	69
19	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquin a 48 h de exposición.....	70
20	Mortalidad de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquina 72 h de exposición.....	70

INTRODUCCIÓN

El ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch), en altas poblaciones causa severos daños en maíz forrajero, como consecuencia de su alimentación produce una reducción considerable de la fotosíntesis y al mismo tiempo se incrementa la transpiración en las zonas dañadas, con lo que se altera el metabolismo de la planta, empieza con un amarillamiento para después cambiar a rojizo o necrótico, particularmente cerca de la venación de las hojas; cuyos efectos generales influyen negativamente en el crecimiento, floración y rendimiento.

Estos ácaros en los últimos años se han convertido en un dolor de cabeza para los agricultores mexicanos por los daños económicos que generan. Se les cataloga como plagas muy dañinas para la agricultura por su alta polifagia, ya que atacan más de 180 especies de plantas cultivadas ocasionándoles severos daños, sobre todo cuando alcanzan elevados niveles poblacionales; comprenden entre un 15 y 20 % de las especies plaga de mayor incidencia económica en los cultivos. Pueden atacar a cultivos que el hombre aprovecha como alimento, forraje, ornato, granos, oleaginosas, frutales, etc., (Jeppson *et al*; 1975).

En la Comarca Lagunera la producción de maíz forrajero ha resultado ser de gran importancia, básicamente por su calidad y dado que en las explotaciones ganaderas este forraje es un componente básico en la ración diaria para ganado bovino lechero, de carne

y caprino; y debido también a su alta producción, contenido energético, excelente palatabilidad y menor costo de producción que otros cultivos forrajeros como es la alfalfa. Una limitante para la producción de este cultivo es sin duda el ácaro de dos manchas; siendo el control de esta plaga a base de insecticidas-acaricidas sintéticos. Desde hace tiempo se ha observado que los acaricidas al principio de su uso dan muy buenos resultados y al paso del tiempo decaen en su acción, obligando a incrementar las dosis iniciales y poco control, terminando finalmente en resultados muy pobres, incluso a dosis muy elevadas (Edelson *et al.*, 2002); derivándose de esto un considerable aumento de los problemas fitosanitarios, como la aparición de plagas secundarias, desarrollo acelerado de mecanismos de resistencia y además contaminación a diferentes niveles en este agroecosistema. La resistencia a acaricidas en *T. urticae* es un problema muy serio en numerosos sistemas de producción, ya que estos ácaros son capaces de resistir los efectos tóxicos a través de una gran variedad de mecanismos de defensa (Georghiou y Saito, 1983).

Ante esta circunstancia y la importancia que tiene este ácaro al aumentar el número de aplicaciones, y dado el desconocimiento de los niveles de susceptibilidad a acaricidas, principalmente en la Comarca Lagunera en maíz forrajero, y por su gran demanda en la explotación ganadera se plantea el siguiente proyecto cuyo objetivo es el siguiente.

- Conocer el grado de tolerancia de *Tetranuchus urticae* Koch a los acaricidas comúnmente utilizados para su control.

REVISION DE LITERATURA

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) en los últimos años se ha convertido en una importante plaga en maíz, sorgo, trigo y muchos otros cultivos de importancia económica en diferentes agroecosistemas en todo el mundo; el control de esta plaga se basa principalmente en la utilización de insecticidas-acaricidas lo cual ha presentando dificultades, principalmente por la emergencia de resistencia (Edelson *et al.*, 2002).

Importancia económica

En las altas llanuras del Oeste de Norte América *T. urticae*, es una importante plaga en maíz, sorgo y muchas otras gramíneas y plantas de hoja ancha (Yang *et al.*, 2001). Ayyappath *et al.* (1997) reporta a este ácaro causando importantes daños en agroecosistemas de maíz (*Zea mays* L.) en Nebraska. También infesta campos de maíz en las grandes planicies de los estados de Colorado, Kansas, Nebraska, New México, Oklahoma y Texas, reduciendo los rendimientos hasta en un 20 % cuando los niveles de infestación son elevados. Las poblaciones de ácaros se incrementan rápidamente durante el periodo de llenado de grano y pueden ocasionar cuantiosos daños en pocas semanas cuando las condiciones en campo son calurosas y secas. Por toda la región geográfica de las grandes planicies, el control de este ácaro depende de insecticidas y acaricidas. Desafortunadamente existen reportes de resistencia a estos químicos para este ácaro,

atribuyéndose una parte de la falla en el control a una pobre cobertura en el follaje del maíz (Bynum *et al.*, 2004). La mayoría de las tácticas de control en Estados Unidos se basan en la aplicación de productos químicos (Ashley, 2003). En Venezuela *T. urticae* ataca cultivos de tomate, melón y berenjena (Doreste, 1988).

En México se le reporta ocasionando daños económicos en los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Estado de México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En el Estado de México y Guanajuato ocasiona pérdidas económicas en cacahuate, fresa y papayo (Estébanez, 1989). Yáñez (1989) menciona que en el Estado de México *T. urticae* afecta la calidad de la flor de crisantemo y rosal al deformar sus pétalos. Hussey y Parr (1963) reportan una disminución en el rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L) cuando *T. urticae* afecta el 30 % del follaje. Sobrino y Pacheco (1989), en España la reportan como plaga importante en berenjena, calabacita, melón, tomate y fresa. 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). Los tetraníquidos son el grupo más importante de ácaros plaga ya que todos sus miembros son fitófagos (Flores *et al.*, 1999)

Distribución

Tetranychus urticae se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, principalmente en zonas templadas. Se han asociado a más de 180 especies de plantas hospederas de importancia económica (Jeppson *et al.*, 1975).

Ubicación Taxonómica

El ácaro de dos manchas según Krantz (1970) se ubica en las siguientes taxas:

Phyllum: Arthropoda

Subphyllum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acarida

Orden: Acariformes

Suborden: Prostigmata

Supercohort: Promata

Cohort: Eleutherogonina

Superfamilia: Tetranychoida

Familia: Tetranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tetranychini

Género: *Tetranychus*

Especie: *urticae*

Ciclo de vida

Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por cuatro fases principales de desarrollo: huevo, larva, ninfa (protoninfa y deutoninfa) y adulto. Al emerger la larva y hasta el estado adulto hay periodos intermedios de quiescencia llamados protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente.

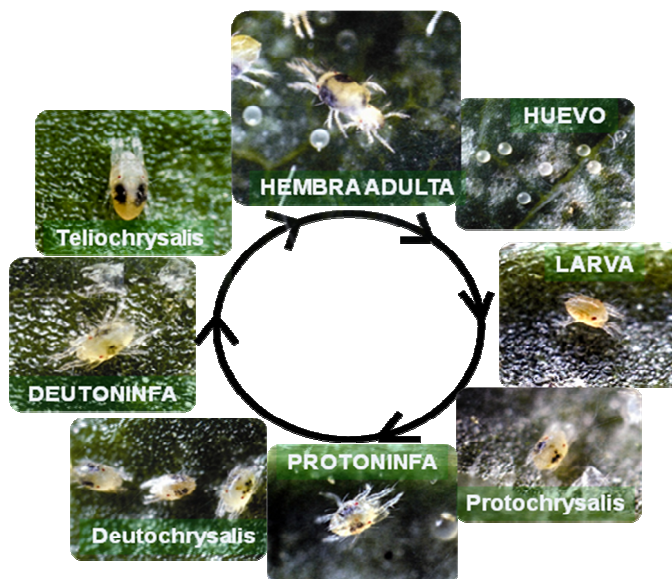


Figura 1. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae* Koch

Huevo. Miden en promedio entre 110 y 150 μm . Son de color translúcido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se van 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 (Croker, 1985). La temperatura influencia fuertemente el periodo de incubación, a 24 °C el periodo de incubación era de tres días, mientras que 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 (Nelson y Stafford, 1972). Cuevas (1990), señala que los huevos son depositados y sujetos en líneas rectas paralelas a las venas de las hojas de las gramíneas; la oviposición se lleva a cabo en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde. Cada hembra deposita de 3 a 25 huevos durante su vida; la incubación tarda de tres a cinco días a 9°C, la eclosión ocurre al aproximarse el período de heladas.

Larva. Son redondas y poseen tres pares de patas, al emerger del huevo son blancas y únicamente se les notan las manchas oculares de color rojo carmín. Conforme pasa el tiempo se tornan de color verde claro y las manchas dorsales de color gris se empiezan a volver aparentes. Los peritremas tienen forma de bastón y están en posición dorsal al final de las setas prodosomales anteriores (Jeppson *et al.*, 1975). Croker (1985), reporta que a 22.8 °C el desarrollo del estado larval era de un día, mientras que a 12.5 °C tardaba 11 días.

Ninfa (protoninfa y deutoninfa). Las protoninfas son ovaladas y poseen cuatro pares de patas. Son de color verde claro con manchas dorsales bien definidas y peritremas en forma de hoz. La deutoninfa es ligeramente más oscura, de mayor tamaño y se les puede reconocer el sexo, los peritremas tienen forma de v, el tarso uno tiene cuatro setas táctiles próximas a las setas duplex, en tanto la tibia uno tiene nueve setas táctiles y una sensorial; el integumento es rugoso con lóbulos semioblongos en el filo de las arrugas (Jeppson *et al.*, 1975). El estado de protoninfa 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 el tiempo de desarrollo se prolongó hasta 45 días cuando éstas se expusieron a 4.3 °C Croker (1985).

Adultos. El macho adulto es de coloración más pálida y es 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 tarso uno presenta cuatro pares de

setas táctiles y dos sensoriales primas a las dúplex proximales. La tibia uno presenta nueve setas táctiles y cuatro sensoriales (Jeppson *et al.*, 1975).

Biología

El primer paso importante para el conocimiento de la biología de las arañas de dos manchas fue dado a principios del año 1920 cuando se encontró que el macho de estas especies tenía un número de cromosomas haploide y la hembra diploide. Actualmente se conoce que esta especie presenta tres pares de cromosomas y partenogénesis de tipo arrhenotokia (Helle y Pijnacker, 1985). La proporción de sexos depende esencialmente de la cantidad de esperma transferido a la hembra. Si durante el apareamiento se interrumpe la cópula se produce un número inferior de hijas. En tanto que si se completa habrá una descendencia mayor de ellas, pudiendo considerarse como normal una producción de tres hembras por cada macho; mencionan también que a su vez que en casos de que las hembras no hayan sido fecundadas se producirán machos por partenogénesis (Helle y Pijnacker, 1985). Las hembras copuladas ponen huevos fertilizados (diploides-hembras) y huevos sin fertilizar (haploides-machos). La proporción de sexos en forma normal es de 3:1 a 2:1 a favor de las hembras (Flores, 1999).

Algunas especies de arañas rojas pasan el invierno en estado de huevo y otras en estado adulto al resguardo de la corteza de los árboles o cualquier maleza. Al llegar la primavera avivan los huevos o salen los adultos de sus refugios e inician las oviposturas

que generalmente, efectúan en el envés de las hojas donde habitualmente viven los adultos (Fuentes, 1993).

Se ha demostrado ampliamente la importancia del fotoperiodo en *T. urticae* ya que esta entra en diapausa bajo la inducción de días cortos, de modo que bajo un régimen de cuatro horas luz por día se induce la diapausa en la totalidad de los individuos de una colonia. Bajo un régimen de 15 horas luz no existe diapausa (Veerman, 1985). Boudreaux (1958), estudió el efecto de la humedad relativa en la ovipostura, eclosión y supervivencia de seis especies de arañita y encontró que bajo condiciones de baja humedad (0 a 35 % de H.R.) las hembras de *T. urticae* ponen más huevos y viven más. Se ha encontrado también que no todas las poblaciones de estos ácaros responden con el fenómeno de diapausa al fotoperiodo. Van de Vrie *et al.* (1972) reporta que las poblaciones del ácaro de dos manchas que habitan diferentes latitudes responden de diferente manera a las horas luz. En este caso el fotoperiodo decreció una hora por cada tres grados menos en latitud.

Daños

Los daños causados por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios, dependen generalmente de las condiciones del medio, estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancias inyectadas como toxinas o reguladores de crecimiento (Jeppson *et al.*, 1975). Los tetraníquidos al alimentarse introducen sus estiletes en los tejidos de las plantas provocando un daño en el parénquima esponjoso, debido a que succionan células con clorofila de este tejido, mientras que el haz vascular y parénquima

empalizada permanece sin daño. Los cloroplastos desaparecen y se aglutinan pequeñas cantidades de material celular coagulado, originando manchas color ámbar (López, 1998).

Una de las características de los miembros de la subfamilia Tetranychinae a la que pertenece la especie *T. urticae* es la de producir una especie de hilo que utilizan en la construcción de telarañas. En el caso del ácaro de dos manchas una vez iniciada la invasión de las plantas empieza a construir telarañas de forma muy irregular en la superficie de la hoja. Cuando la población crece considerablemente se presenta en la telaraña numerosos gránulos de excremento, huevecillos y desechos corporales de los individuos muertos. La telaraña se adhiere a la hoja de tal forma que en invasiones severas la envuelven completamente y no la deja desprenderse una vez que ésta ha muerto (Saito, 1985). 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).

Mecanismos de dispersión

La dispersión de Tetranychidae es de dos tipos: 1) Tipo paracaídas, el ácaro depende de un hilo de telaraña depositado en las hojas y soportando su peso sobre este, y después por ayuda de una corriente de aire suave se mueve una distancia considerable. 2) Movimiento tipo masivo, cuando la infestación es severa el ácaro se mueve hacia la parte superior de las plantas y produce una masa de telaraña en el punto terminal,

situaciones de viento un poco fuertes, o insectos y pájaros que vuelan y tocan estas colonias de ácaros los transportan (Flores *et al.*, 1998).

Control de *Tetranychus urticae* Koch

Los plaguicidas que son efectivos contra los miembros del orden Acarina especialmente contra ácaros fitófagos, son denominados acaricidas, estos son utilizados en dosis que son ineficaces para el control de insectos. Tales acaricidas por su forma de actuar se diferencian claramente de los insecticidas y algunos otros compuestos; sin embargo, hay algunos que presentan ambas cualidades insecticidas-acaricidas (March, 1958).

Uno de los primeros acaricidas utilizados en el control de los ácaros fue la naftalina para uso en invernadero y posteriormente bajo condiciones de campo se utilizó azufre, además del aceite de petróleo (Velazco y Pacheco, 1968). Jefferson *et al.* (1956) mencionan que el sulfuro fue uno de los primeros compuestos utilizados para el control de ácaros fitófagos de importancia agrícola en 1920.

En la década de los 20`s fueron ampliamente utilizados los aceites de petróleo en frutales deciduos y cítricos. A partir de 1930 se desarrollaron los primeros acaricidas orgánicos (dinitrofenoles) sin embargo estos compuestos presentaron problemas de fitotóxicidad (Jeppson *et al.*, 1975). En relación a los acaricidas organofosforados, estos se utilizaron a partir de 1940 para el control de ácaros fitófagos (Fayette, 1946). En el

cuadro 1 se presentan otros compuestos fosforados que se han utilizado para el control de estos organismos.

Cuadro 1. Productos Organofosforados utilizados en el control de *Tetranychus urticae* Koch

Productos	Referencias
Oxidimeton metílico	Mailloux y Morrison (1962)
Paration metílico	Lienk <i>et al.</i> (1952)
Diazinon	Barberá (1976)
Etion	Mailloux y Morrison (1962)
Malation	Mailloux y Morrison (1962)
Naled	Barberá (1976)
Dimetoato	Mailloux y Morrison (1962)

En New South Wales, Estados Unidos, los productos organofosforados, demeton, demeton S-metílico I, malation y paration fueron introducidos al inicio de 1949; estos químicos fueron comúnmente usados para el control de *T. urticae* entre los años 1950 y 1960 (Goodwin *et al.*, 1995).

Posteriormente en la década de los cincuentas, aparecen los acaricidas organoclorados (Cuadro 2) y para la década de los sesentas aparecen los acaricidas del grupo sulfito ester, de este grupo destaca el propargite (Jeppson *et al.*, 1975). En la década de los setentas aparecen los acaricidas derivados de las lactonas macrocíclicas destacándose la avermectina y la ivermectina (Lasota y Dybas, 1991).

Cuadro 2. Productos organoclorados utilizados en el control de *Tetranychus urticae* Koch

Productos	Referencias
Endosulfan	Estrada y Sánchez, 1990
Dicofol	Estrada y Sánchez, 1990
Clorobencilato	Velazco y Pacheco, 1968

Para el control de *T. urticae*, se han empleado diversos tipos de acaricidas, Lee *et al.*, (2003) reportan, a avermectina, acequinocyl, bifezanate, emamectin-benzoato, etoxazole y milbemectin para el control de esta plaga en invernaderos de rosas de Corea del Sur.

En Brasil Sato *et al.*, (2004) indican el uso de fenpyroximate para el combate de esta especie en cultivos de fresa, papaya, tomate, rosas, manzanas y cítricos, además estos autores mencionan que otros productos recomendados para combatir esta plaga son; pyridaben, abamectina, dimetoato, fenpropratrina y cyhexatin.

En México en la región de Villa Guerrero, poblaciones de *T. urticae* son controladas a base de clorobencilato, dicofol, endosulfan, oxydemeton metílico, ometoato, endosulfan, ethion, fosalone, abamectina, amitraz y propargite (Estrada y Sanchez, 1990).

Cuadro 3. Productos acaricidas registrados en CICOPLFEST-2005 utilizados para el control de *Tetranychus urticae* Koch

Nombre comercial	Ingrediente Activo	Grupo Químico	Modo de Acción
Abamectina			
Biomec Instar	Abamectina	Avermectinas	Activadores de canales de cloro
Koromite	Milbemectina	Pentaciclina	
Acarin 200 AK-20	Dicofol	Organoclorado	Antagonistas de canales de cloro
Kelthane			
Anacrot-600 Suprathion	Monocrotofos Metidation	Organofosforado	Inhibidores de acetilcolinesterasa
Naled 90 Dicarzol	Naled Clorhidrato de formetanato	Carbamato	Inhibidores de acetilcolinesterasa
Pounse 340	Permetrina		Antagonistas de canales de cloro
Talstar 100 Capture 100	Bifentrina	Piretroide	
Acaristop Acaristop 500	Clofentezine	Clofentezine	Inhibidor de crecimiento
Kanemite	Acequinocyl	Naftoquinonas	Inhibidor en el transporte de electrones (sitio III)
Mitoff	Atrazina	Diacilhidrazina	Disruptor de la ecdisona
Tetrazan	Etoxazole	Difeniloxazolina	Inhibidor del crecimiento
Avolant	Fenpyroximate	Pirazoles	Inhibidor del transporte de electrones (sitio I)
Comité Omite 6E/30w/CR	Propargite		
Propargite 720 Torque 500	Oxido de fenbutatin	Organosulfurado	Inhibidor de la fosforilación oxidativa
Floramite Fungicus	Bifenazate	Bifenazate	Inhibidor neuronal
Intersul 275/725 Sulfocop F	Azufre	Polvos minerales	Taponamiento de espiráculos y pH
Proneem	Neem	Botánicos	Insectiesticico

Resistencia a Plaguicidas

A principios de 1990, por lo menos 504 especies de insectos y ácaros habían desarrollado resistencia a por lo menos un plaguicida. De esas 504 especies, 23 especies son benéficas y 481 perjudiciales, siendo 283 de importancia agrícola y 198 de importancia medico-veterinaria. Los ácaros representan 14 por ciento de los casos de resistencia detectados (Georghiou y Lagunes, 1991).

Brown, (1958) definió a la resistencia como el desarrollo de una habilidad adicional en una población de insectos de tolerar dosis de tóxicos que son letales para la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie. La FAO (1979), la definió como; la capacidad desarrollada por una población determinada de insectos a no ser afectada por la aplicación de insecticidas. Lagunes y Villanueva (1994) la definen como la habilidad complementaria y hereditaria propia de un individuo o conjunto de ellos, que los capacita fisiológica y etológicamente, para bloquear la acción tóxica de un insecticida por medio de mecanismos metabólicos y no metabólicos, y en consecuencia sobrevivir a la exposición de dosis que para otros sería letal.

Tipos de resistencia

Georghiou, (1965) clasificó la resistencia en tres tipos: por comportamiento, morfológica y fisiológica.

Resistencia por comportamiento. Se refiere a los patrones de comportamiento que contribuyen a la resistencia, estos pueden ser hábitos tales como la preferencia a descansar en áreas no tratadas con insecticidas en lugar de áreas tratadas, o bien la detección del insecticida y la tendencia a evitarlo antes de ponerse en contacto con él (Hayes y Liu, 1947).

Resistencia morfológica. Barberá (1976) menciona que las estructuras cuticulares como pubescencia, ceras, no permiten que el tóxico penetre el integumento del insecto. Es decir es un mecanismo físico de resistencia y contempla muchos casos de penetración reducida, que causan resistencia en los insectos. La velocidad de penetración depende de las características moleculares del insecticida y de las propiedades del integumento del insecto, las cuales varían considerablemente entre los estadios de vida y de una especie a otra. Una penetración demorada provee un mayor tiempo para la detoxificación de una dosis tomada (Brattsten *et al.*, 1986).

Resistencia fisiológica. Según McNally (1962) es el tipo de resistencia más importante. Perry (1956) indica que los principales factores fisiológicos que intervienen en este tipo de resistencia son:

- Detoxificación enzimática
- Protección contra la inhibición de la fosforilación
- Reducción de la permeabilidad de la cutícula
- Diferencias en la penetración y movimiento del tóxico a partir del punto de contacto con el organismo.

- Almacenamiento de los tóxicos en tejidos no sensitivos

En el desarrollo de la resistencia a algún producto tóxico no necesariamente actúan al mismo tiempo todos los factores anteriores; dependerá de la especie del insecto y del tóxico (McNally, 1962).

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).

El primer registro de resistencia en esta especie ocurrió en 1937, se reportó una población de *T. urticae* resistente a un compuesto a base de selenio. La falta de control en estos ácaros con acaricidas organofosforados, paration y TEPP, fueron reportados en Europa y Estados Unidos alrededor de 1950, después de 2 o 3 años de uso en cultivos protegidos de rosal (Cranhan y Helle, 1985). También se ha reportado resistencia a dicofol, tetradifon y otros (Croft y Van Der Bann, 1988), por otro lado Welty *et al.*, (1988) reportan resistencia a hexitiazox.

En 1981 en la región productora de algodón del valle de San Joaquín de los Estados Unidos, se reportaron problemas de control en *T. urticae*, con el acaricida dicofol (Dennehy y Granett, 1982), en este país a finales de 1970 se reportan por primera vez problemas en el control de esta especie con organoestanosos en el cultivo de fresa,

en el estado de California (Miller *et al.*, 1985), problemas similares comienzan a ocurrir en los cultivos de pera en Oregón, a principios de 1980 (Hoyt *et al.*, 1985). En el sureste de los Estados Unidos se presentó resistencia a los productos carbophenothion, dicofol y hexakis, sobre *T. urticae* colectados de plantas ornamentales de vivero. En cultivos ornamentales de campo e invernadero de California, se reportó resistencia al acaricida abamectina en cinco poblaciones de *T. urticae* (Campos *et al.*, 1995).

En Japón a mediados de 1990, se reporta que la eficacia de los acaricidas fenpyroximate y pyridaben en el control de *T. urticae* comenzó a declinar (Goka, 1998). En Korea se ha reportado resistencia de *T. urticae* a los productos abamectin, acequinocyl, bifenazate, emamectin-benzoate, etoxazole, milbemectin en cultivos de rosal de invernadero de las localidades del Buyo, Gumi y Gimhae (Lee *et al.*, 2003).

En Australia en 1957 fueron introducidos los acaricidas dicofol y tetradifon, y la resistencia a estos compuesto fue confirmado en 1968 (Unwin, 1973). En 1970 fueron introducidos los compuestos organoestanosos en este país para el control de *T. urticae*, y en 1981 se reportaron los primeros problemas de resistencia a estos compuestos (Edge y James, 1982).

Estudios recientes en Grecia se han reportado casos de resistencia a dos organofosforados, paration metílico, metidation y a un carbamato (metomilo) en ácaros colectados en dos especies de plantas huésped en invernadero y campo abierto (Tsagkarakou *et al.*, 1996).

En México, Estrada y Sánchez (1990) reportan a *T. urticae* resistente a los acaricidas clorobenzilato, dicofol, endosulfan, oxydemeton metilico, omeotato, ethion, fosalone y propargite, en la región productora de clavel de Villa Guerrero del Estado de México.

Métodos para la detección de la resistencia

El monitoreo de la resistencia es esencial en el manejo de insecticidas y acaricidas (Staezt, 1985) y además se requiere de técnicas efectivas para detectarla en etapas tempranas de desarrollo.

Métodos directos

Bioensayo. Es el método básico usado para documentar los niveles de resistencia a insecticidas y acaricidas en poblaciones de campo, en los cuales están basadas las decisiones de manejo. La detección convencional de la resistencia está basada en pruebas de susceptibilidad de insecticidas, que consisten en experimentos de dosis-mortalidad, que usualmente son realizados en laboratorio (Shah *et al.*, 2002a). Hay una gran diversidad de tipos de bioensayo, dependiendo al insecto al que vaya dirigido, el plaguicida a evaluar y el objetivo del mismo, entre los más comunes se puede mencionar: los de tipo residual, los de inmersión del insecto, las aspersiones, los sistémicos y la aplicación tópica (Sánchez, 1985).

Técnica concentración-mortalidad. Esta técnica consiste en realizar bioensayos con múltiples concentraciones (de 4 a 6), para producir mortalidades de 5 a 95 % en las líneas de prueba. La resistencia se expresa como proporción de la CL_{50} o CL_{90} de la línea resistente en comparación con la línea susceptible (Tabashnik *et al.*, 1987). Esta técnica puede ser adecuada, para documentar la resistencia que han alcanzado altos niveles, pero es ineficiente para detectar niveles bajos de resistencia, además presenta varias desventajas, requiere de un gran número de individuos prueba, generalmente varios cientos y otra es que se necesita de periodos largos de tiempo para obtener los resultados, los cuales pueden ser ambiguos, especialmente cuando las poblaciones estudiadas son heterogéneas (Miyata, 1983).

Técnica concentración-diagnóstico. Esta técnica es ampliamente usada a nivel mundial, involucra una comparación de pruebas de mortalidades de líneas susceptibles y resistentes en una concentración y necesita menos organismos que una técnica de concentraciones múltiples, al respecto Roush y Miller (1986) concluyen que las pruebas de concentración diagnóstico son más rápidas, eficientes y precisas. Las pruebas de concentración diagnóstico han sido ampliamente usadas, debido a su simplicidad y rapidez (Gunning *et al.*, 1984), Una concentración diagnóstico a menudo es seleccionada arbitrariamente, por ejemplo la CL_{99} o dos o tres veces la CL_{99} ; sin embargo, el uso de una alta concentración puede resultar en una subestimación del nivel de resistencia, debido a que individuos más resistentes pueden morir a concentraciones altas.

Métodos indirectos

Técnicas bioquímicas. Estos métodos son más precisos y sensitivos, para detectar y monitorear la resistencia, pueden mejorar el estudio de este fenómeno proporcionando información acerca de la dinámica de población de insectos resistentes de campo. (Brown y Brogdon, 1987). Estos mismos autores señalan que estas pruebas presentan ventajas tales como:

- Se puede detectar la resistencia y proporcionar información de los mecanismos involucrados.
- Permite el análisis de insectos en forma individual.
- Permite ensayos múltiples de un solo insecto.
- Son rápidos y precisos.
- Se pueden usar en áreas no desarrolladas, el equipo requerido es simple, no se requiere experiencia y son fáciles de realizar.
- Los métodos pueden ser adaptados para muchos o todas las especies y puede proporcionar toda la información requerida.

La electroforesis es una prueba bioquímica para el diagnóstico de la resistencia en insectos y ácaros en forma individual, para detectar la actividad de esterasas (Miyata, 1983). Es una técnica que desplaza proteínas por medio de cargas del polo positivo al negativo, este método separa a las proteínas por peso molecular, purifica y permite la visualización de las proteínas, la velocidad de la separación depende de la carga eléctrica de la proteína, su tamaño, y su forma. Como en el caso de la cromatografía, la electroforesis puede realizarse en papel o en gel y también realizarse en fase líquida. En

la separación se emplean geles de acrilamida y la bis acrilamida, sustancias que se polimerizan y forman redes que permiten el paso de proteínas de diferentes pesos moleculares (Ibel *et al.*, 1990).

Técnicas moleculares. Han sido recomendadas para incrementar la precisión y reducir la variabilidad asociada a los bioensayos con insecticidas, que resultan de factores intrínsecos y extrínsecos (Ffrench-Constant y Roush, 1990). En relación a esto Shah *et al.* (2002b) reportan que el método RAPD-PCR se ha usado para la identificación de individuos de una línea resistente a propargite de *T. urticae*.

Organoclorados

Se caracterizan por presentar en su molécula átomos de carbono, hidrógeno, cloro y ocasionalmente oxígeno; contienen anillos cíclicos o heterocíclicos de carbono; son apolares y lipofílicos; tienen poca reactividad química. Los compuestos organoclorados son altamente estables, característica que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en las grasas de mamíferos.

Dicofol. Es un acaricida de contacto e ingestión, que controla adultos, larvas y ninfas de arañas en frutales, hortalizas, y ornamentales; se considera compatible con la mayoría de los insecticidas y fungicidas excepto con los de fuerte reacción alcalina. En México, solo puede utilizarse bajo supervisión de personal autorizado y capacitado (CICOPLAFEST, 2005).

Ruta de absorción: El Dicofol se absorbe extensivamente en el aparato gastrointestinal. Las concentraciones más altas fueron encontradas en el tejido fino adiposo seguido por las glándulas suprarrenales, la tiroides y el hígado. Las ratas femeninas tendieron a conservar Dicofol a un mayor grado que los machos.

Modo de Acción: Actúa sobre el sistema nervioso bloqueando la transmisión eléctrica del impulso nervioso al nivel de la membrana del axón interfiriendo en el balance sodio potasio. Se cree que está relacionado con la inhibición de ATP's en el Sistema Nervioso Central (SNC).

Nombre Químico: 2, 2,2-tricloro 1,1, bis (4-clorofenil) etanol.

Fórmula Molecular: $C_{14}H_9Cl_5O$

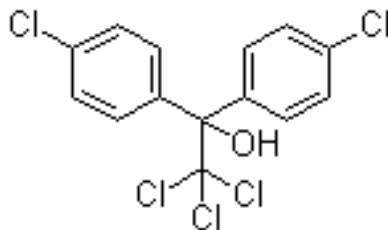


Figura 2.- Fórmula Estructural del Dicofol

Endosulfan. Insecticida y acaricida no sistémico con actividad por ingestión, contacto e inhalación, polivalente, residual y no penetrante. Actúa sobre el sistema nervioso central por inhibición antagónica del mesoinositol. No es compatible con productos de fuerte reacción alcalina.

Nombre Químico: 6,7,8,9,10,10-Hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-Hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatíepin-3-óxido. Fórmula: $C_9H_6Cl_6O_3S$

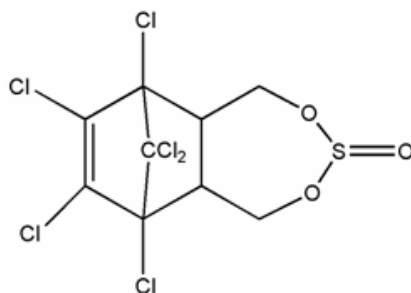


Figura 3. Fórmula estructural del Endosulfan

Organofosforados

Su desarrollo data de la Segunda guerra Mundial, cuando los técnicos alemanes encargados del estudio de materiales que podrían ser empleados en la guerra química, descubrieron y sintetizaron una gran cantidad de compuestos orgánicos del fósforo. Posteriormente, los trabajos hechos por el químico alemán Gerhard Schrader en el campo de la agricultura, permitieron comprobar que muchos de los compuestos orgánicos del fósforo presentaban toxicidad elevada contra insectos perjudiciales. La mayoría de los organofosforados actúan como insecticidas de contacto, fumigantes y de acción estomacal, pero también se encuentran materiales sistémicos. Tienen dos características básicas: son más tóxicos para vertebrados que los organoclorados; no son persistentes en el medio ambiente, principal causa que motivó la sustitución en el uso de los organoclorados por los organofosforados.

Modo de acción. La toxicidad en artrópodos y mamíferos, está asociada con la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (ACE). Esta esterasa cataliza la hidrólisis de la acetilcolina (AC, transmisor químico sináptico) a colina y ácido acético a gran velocidad. El efecto de mortalidad que tienen los organofosforados se originan básicamente por la gran similitud que tiene la estructura química del insecticida con el neurotransmisor acetilcolina, la cual es el sitio de acción de la enzima colinesterasa, ocasionando que la enzima se una al tóxico en lugar de trabajar sobre la acetilcolina (Hassall, 1990). En consecuencia, se presenta un desequilibrio en la actividad nerviosa por la acumulación de la acetilcolina en las terminaciones nerviosas (O'Brien, 1967).

Los compuestos insecticidas organofosforados inhiben aparentemente la acción de varias enzimas; pero la actividad más importante *in vivo* es contra la enzima colinesterasa. Esta enzima verifica la hidrólisis de la colinesterasa que se genera en las uniones nerviosas, hasta colina. En ausencia de la enzima efectiva, la acetilcolina liberada se acumula e impide la transmisión continua de impulsos nerviosos a través del espacio sináptico en las uniones nerviosas, esto ocasiona la pérdida de coordinación muscular, convulsiones, y finalmente la muerte (Hassall, 1990).

Naled. Fue introducido en 1956, la acción contra arañas es especialmente adulticida y sobre fases más o menos avanzadas. Tiene persistencia escasa, pero una excelente acción de choque e incluso cierta acción ovicida. Sin embargo, su poca persistencia no permite calificarlo como ovicida (Barberá, 1976). Su nombre químico es : 1,2 - dibromo - 2,2, dicloroetil dimetil – fosfato y se le conoce en sus nombres comerciales como Naled 90 ó Corey 900 CE. Su fórmula molecular es $C_4 H_7 Br_2 Cl_2 O_4 P$

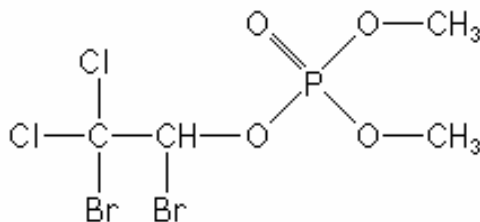


Figura 4. Fórmula estructural del Naled

Dimetoato. Acaricida de contacto, con gran efecto de choque y actividad residual, efectiva sobre todas las formas móviles de ácaros tetraníquidos y algo contra sus huevos de verano. Es un inhibidor del transporte de electrones. No es compatible con productos de fuerte reacción alcalina. La descomposición térmica produce dimetil sulfuro, metilmercaptano, monóxido de carbono, dióxido de carbono, pentóxido de fósforo y óxidos de nitrógeno. Es un inhibidor de la colinesterasa. Su nombre Químico es O, O-Dimetil S-(N-metilcarbamoil metil)-fosforoditioato y su fórmula $C_5 H_{12}NO_3PS_2$

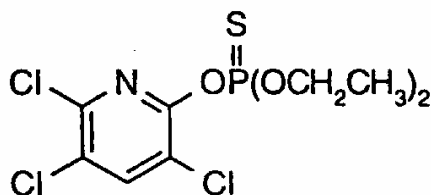


Figura 5. Fórmula estructural del Dimetoato

Piretroides

Este grupo ha recibido mucha atención a partir de los años 80 por su baja toxicidad para mamíferos, casi nula acumulación en el medio ambiente y gran utilidad como alternativa en el combate de plagas agrícolas. Se autorizó un número reducido de

piretroides, por tal motivo desafortunadamente se han registrado casos de resistencia en campo y laboratorio. Este grupo de compuestos se ha sintetizado al usar como base la estructura química de las piretrinas naturales, con las que comparten algunas características toxicológicas.

Modo de acción. Estudios realizados con aletrina, hacen suponer que este piretroide taponas las entradas de los iones de sodio (Na), o que la molécula de la aletrina se introduce en la membrana nerviosa por las regiones intercaniculares, lo que trae como consecuencia que dichos canales sean afectados por fuerzas intermoleculares. En insectos tratados con piretroides, la parálisis nerviosa se debe a cambios que se producen en la membrana. Al ser bloqueados los canales de sodio, alteran la conductividad del ión en tránsito, causada por la activación de estos canales dependientes del voltaje (Soderlund *et al.*, 1989).

Se ha encontrado que los piretroides estimulan las descargas de impulsos nerviosos, con la consecuente paralización del cuerpo; es decir los piretroides afectan tanto el sistema nervioso central como el periférico de los insectos tratados, lo que ocasiona descargas repetidas seguidas de convulsiones. La aplicación de concentraciones mayores de piretroides da como resultado el bloqueo total de la transmisión. Las piretrinas no afectan a la colinesterasa.

Bifentrina. Los piretroides comparten modos de acción similares a los del DDT, y se les considera venenos axónicos. Aparentemente funcionan manteniendo abiertos los canales de sodio en las membranas de las neuronas. Hay dos tipos de piretroides. El Tipo

I, entre otras respuestas fisiológicas, tiene un coeficiente de temperatura negativa, pareciéndose al DDT. En contraste, en el Tipo II, hay un coeficiente de temperatura positiva, que muestra un aumento de la mortalidad con el incremento de la temperatura ambiental. Inicialmente ellos estimulan las células nerviosas a que produzcan descargas repetitivas y eventualmente causan parálisis. Tales efectos son causados por su acción sobre el canal de sodio, un diminuto hueco que le permite a los iones de sodio entrar al axón para causar excitación. El efecto estimulante de los piretroides es mucho más pronunciado que el del DDT. El nombre químico de la bifentrina es 2-metilbifenil-3-ilmetil(2)-(1RS,3RS)-3-(2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-enil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato. Su fórmula es $C_{23}H_{22}O_2ClF_3O_2$

La bifentrina tiene propiedades insecticidas y acaricidas, no es compatible con productos de fuerte reacción alcalina. Se clasifica como moderadamente persistente (hasta 32 semanas). Es moderadamente tóxico a aves, altamente tóxico a peces, crustáceos, animales acuáticos y abejas. (CICOPLAFEST, 2005).

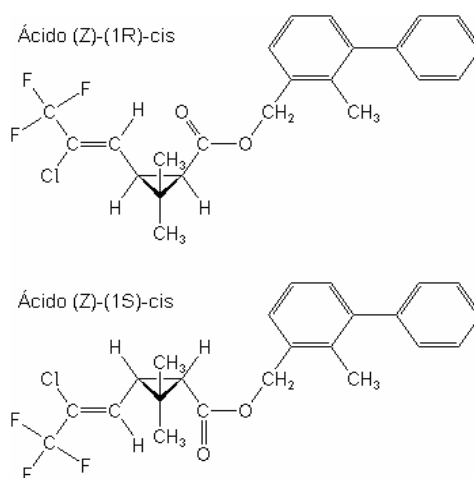


Figura 6. Estructura molecular de Bifentrina

Quinazolininas

Fenazaquin. El Fenazaquin pertenece al grupo toxicológico de las quinazolininas, es un plaguicida destinado a controlar insectos y ácaros (especialmente moscas blancas), la ruta de exposición es por ingestión y por vía dermal. Fenazaquin inhibe el transporte de electrones en las mitocondrias del Sitio 1, como lo hacen las Piridazinonas. En el 2005, en Europa, Norte de África, el Medio Oriente, Asia y en América Latina aprobaron su uso en manzanos y cítricos. Más del 80 % de su uso se da en Europa. Las quinazolininas ofrecen una configuración química única, y consisten de un solo insecticida, el fenazaquin el cual es un acaricida de contacto y estomacal. Tiene actividad ovicida, acción inmediata y controla todos los estados de los ácaros. Aún no está registrado en los EEUU, y se usa en algodón, frutales pomáceos y de hueso, cítricos, uvas y ornamentales. Su nombre químico es 4-tert-butylphenethyl quinazolin-4-yl ether (IUPAC) 3-[2-[4-(1,1-dimethylethyl) phenyl] ethoxy] quinazoline (CAS) (EPA, 2007).

Formula molecular de Fenazaquin: $C_{20}H_{22}N_2O$

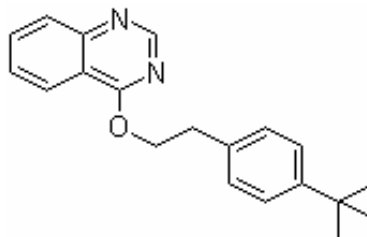


Figura 7. Estructural molecular de Fenazaquin

Sulfurosos

Propargite. Es un acaricida organosulfurado, estos pocos materiales tienen una toxicidad muy baja para los insectos y solo son usados como acaricidas. Contienen dos anillos fenílicos por lo cual se parecen al DDT, pero tienen azufre en lugar de carbono como átomo central. Ellos incluyen tetradifón (Tedion®), propargite (Omite®, Comite®), y ovex (Ovotran®). Su nombre químico es (IUPAC): 2-(4-tert-butilfenoxi)ciclohexil prop-2-inil sulfito y su fórmula química: $C_{19}H_{26}O_4S$

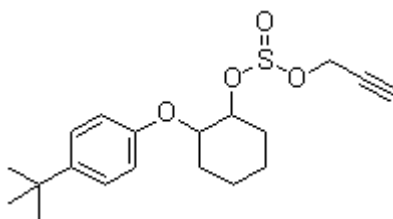


Figura 8. Fórmula estructural de Propargite

Pentaciclinas

Milbemectina. Fue descubierta en 1967 por Hokkai Sankyo a partir de un extracto de la fermentación del Actinomiceto *Streptomyces hygroscopicus* subesp. *aureolacrimosus* que demostró ser un buen acaricida. Consiste en una mezcla de milbemicina A3 y milbemicina A4 en la proporción 30-70 respectivamente. El ingrediente activo es la Milbemicina con acción traslaminar y actividad insecticida-acaricida por ingestión y contacto. Es más eficaz que muchos acaricidas incluyendo la avermectina por lo que se recomienda contra razas de ácaros resistentes a los acaricidas

corrientes. Se descompone rápidamente en el medio natural, entre sus propiedades se encuentra la de ser eficaz a cualquier temperatura ambiental por lo que puede utilizarse todo el año. La Milbemectina es un insecticida para uso agrícola, pertenece al grupo químico de las pentaciclinas, su nombre comercial es Koromite 1% Ce ó Ultiflora 1% Ce, 1.000, es un Concentrado Emulsionable. Su fórmula química es $C_{31}H_{44}O_7$ y tiene como sinónimos: (6*R*,25*R*)-5-*O*-dimetil-28-epoxi-25-metil-milbemicina B; (6*R*,25*R*)-5-*O*-demetil-28-deoxi-6,28-epoxi-25-metilmilbemicin B; Milbemectin; Milbemycin A3; Milbemycin b(2); Milbemicina B2.

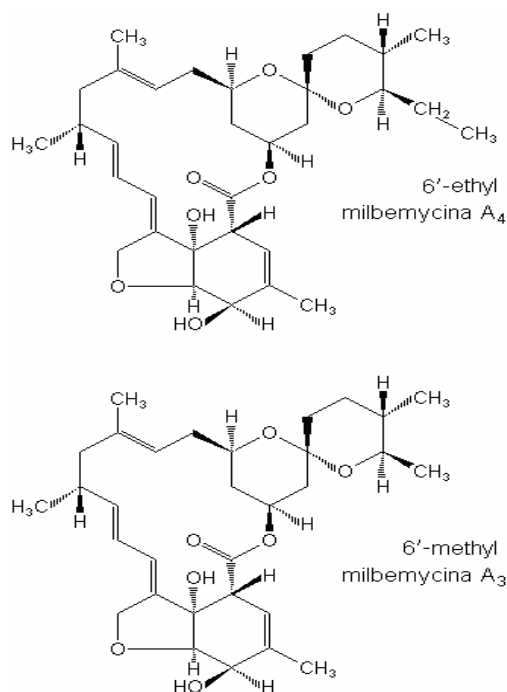


Figura 9. Fórmula estructural de Milbemectina

Modo de Acción de Milbemectina: Su modo de acción consiste en la inhibición del neurotransmisor ácido aminobutírico. Actúa también impidiendo que los ácaros pongan huevos.

Benzoilúreas

Las benzoilúreas son una clase de insecticidas enteramente diferentes, que funcionan como reguladores de crecimiento de los insectos (RCIs). En lugar de ser un veneno típico que ataca el sistema nervioso de los insectos, interfieren con la síntesis de la quitina y entran al insecto más por ingestión que por contacto. Su máximo valor está en el control de orugas y larvas de escarabajos.

Las benzoilúreas fueron usadas por primera vez en América Central en 1985, para controlar una explosión de población severa y resistente de un complejo de gusanos foliares (*Spodoptera* spp., *Trichoplusia* spp.) en algodónero. El retiro del ovicida clordimeform hizo su control bastante difícil debido a su alta resistencia a casi todas las clases de insecticidas, incluyendo los piretroides.

Las benzoilúreas fueron introducidas en 1978 por Bayer de Alemania, y triflumurón fue el primero. Otros que han aparecido desde entonces son clorfluazurón, seguido por teflubenzurón, hexaflumurón, flufenoxurón, y flucicloxurón. Otros son flurazurón, novalurón, y diafentiurón, bistriflurón (DBI-3204) y noviflumurón (XDE-007). Hasta hace poco lufenurón fue la más reciente adición a este grupo, y apareció en 1990. Entre las más nuevas benzoilúreas solo hexaflumurón (1993) y novalurón (2001) han sido registradas por la EPA. La única otra benzoilúrea registrada en los EEUU es diflubenzurón. Fue registrado por primera vez en 1982 para control de polilla gitana, picudo del algodónero, la mayoría de las orugas forestales, orugas de la soya, y moscas de los champiñones, pero ahora con un rango de registro mucho más amplio.

Modo de acción. Las benzoilúreas actúan sobre los estados larvales de la mayoría de los insectos inhibiendo o bloqueando la síntesis de la quitina, una parte vital y casi indestructible del exoesqueleto de los insectos. Los efectos típicos en las larvas en desarrollo son la ruptura de cutícula malformada o la muerte por hambre. Las hembras adultas del picudo del algodón expuestas a diflubenzurón ponen huevos que no eclosionan.

Flufenoxurón. Su nombre químico es (IUPAC): 1-[4-(2-cloro- α,α,α -trifluoro-*p*-toliloxi)-2-fluorofenil]-3-(2,6-difluorobenzoil)urea y su fórmula química:



Tipo de plaguicida: Insecticida y Acaricida

Clasificación: Benzoilurea

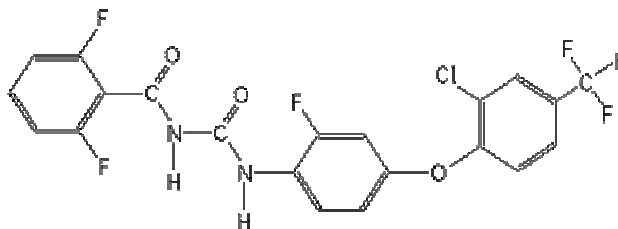


Figura 10. Fórmula estructural de Flufenoxurón

Tolerancia de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) recolectada en maíz a acaricidas de diferente grupo toxicológico

Tolerance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) collected in corn to acaricides of different toxicological group

Otón Bravo Santos¹, Ernesto Cerna Chavez¹, Jerónimo Landeros Flores

¹Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C.P. 25315. Tel y fax (844) 4-11-02-26. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. otnbravo@gmail.com, jlanflo@uaaan.mx, jabaly1@yahoo.com

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is important agricultural pest with global distribution. Its phytophagous nature with high reproductive potential and short life cycle, this characteristic facilitate rapid development resistance to different acaricides after a few applications. Given the current circumstances and to ignore the degree of susceptibility, from one population of two-spotted mites collected in Comarca Lagunera (Coahuila, México), several bioassay were conducted to determine the degree of susceptibility to acaricides of different toxicological group. For made the bioassays using the leaf immersion technique (FAO,

1972). The data were recorded at 24-72 hours, depending the product. The LC_{50} for Naled, Dimetoato, Dicofol, Endosulfan, Bifentrina, Propargite, Milbemectina, Flufenoxuron and Fenazaquin was 32.9, 908.94, 6.18, 54.45, 2.0, 10.72, 0.01, 26.84, 0.45 ppm respectively (Table 2).

Key words: Two-spotted spider mite, LC_{50} , acaricides, chemical control, resistance.

Resumen

La araña de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una importante plaga para la agricultura ya que está distribuida en todo el mundo. Su naturaleza fitófaga, alto potencial reproductivo y su corto ciclo de vida, facilitan el rápido desarrollo de resistencia a muchos acaricidas después de unas pocas aplicaciones. Ante las circunstancias actuales y al desconocer el grado de susceptibilidad; de una población de ácaros de la Comarca Lagunera (Coahuila, México) se hicieron una serie de bioensayos, para determinar el grado de tolerancia a acaricidas de diferente grupo toxicológico. Para realizar los bioensayos se utilizó la técnica de inmersión en hoja propuesto por la FAO 1979. Los datos se registraron de 24-72 h dependiendo del producto. La CL_{50} para Naled, Dimetoato, Dicofol, Endosulfan, Bifentrina, Propargite, Milbemectina, Flufenoxuron y Fenazaquin fue de 32.9, 908.94, 6.18, 54.45, 2.0, 10.72, 0.01, 26.84, 0.45 ppm respectivamente (Cuadro 2).

Palabras clave: Ácaro de dos manchas, CL_{50} , acaricidas, control químico, resistencia.

Introducción

El ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch), es una plaga muy importante para la agricultura, ataca a más de 180 especies de plantas cultivadas, y se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, principalmente en zonas templadas (Jeppson *et al.*, 1975).

En México se le reporta ocasionando daños económicos en los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Estado de México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). Este ácaro polífago en poblaciones considerables causa severos daños en maíz forrajero, al alimentarse daña el contenido celular de la hoja provocando una reducción considerable de la fotosíntesis y al mismo tiempo se incrementa la transpiración de las zonas dañadas, con lo que se altera el metabolismo de la planta, empieza con un amarillamiento para después cambiar a rojizo o necrótico, particularmente entre la venación de las hojas; cuyos efectos generales influyen negativamente en el crecimiento, floración y rendimiento (Brewer, 1995). En las altas llanuras del Oeste de Norte América *T. urticae*, es una importante plaga en maíz, sorgo, y muchas otras gramíneas y plantas de hoja ancha (Yang *et al.*, 2002). Ayyappath *et al.* (1997) reportan a *T. urticae* causando importantes daños en agroecosistemas de maíz, (*Zea mays* L.) en Nebraska. Bynum *et al.* (2004) mencionan que *T. urticae* infesta campos de maíz en las grandes planicies de los estados de Colorado, Kansas, Nebraska, New México, Oklahoma y Texas. La mayoría de las tácticas de control en Estados Unidos se basan en la aplicación de productos químicos (Ashley, 2003).

Su naturaleza fitófaga, alto potencial reproductivo y su corto ciclo de vida, facilitan el rápido desarrollo de resistencia a muchos acaricidas en pocas aplicaciones (Sato *et al.*, 2005). El calor y el medio ambiente seco favorecen a los ácaros plaga.

La importancia radica en el uso inapropiado de acaricidas para su control, lo que ha ocasionado un elevado desarrollo de la resistencia después de unas pocas generaciones (Stumpf *et al.*, 2002). El desarrollo de resistencia a acaricidas por parte de *T. urticae* está ampliamente demostrado a nivel mundial, donde los casos reportados superan los 200, incluyendo acaricidas recientemente autorizados para su control (Konanz y Nauen, 2004).

En el estado de Coahuila (Comarca Lagunera) en los últimos años este ácaro ha provocado pérdidas considerables en las 26,000 ha de maíz forrajero que se siembran en promedio anualmente, sin conocer con exactitud el grado de daño.

Por lo anterior, y por la importancia que tiene este ácaro al aumentar el número de aplicaciones, y dado el desconocimiento de los niveles de susceptibilidad a los acaricidas en la Comarca Lagunera se consideró importante una investigación cuyo objetivo es: conocer el grado de tolerancia de *Tetranuchus urticae* Koch a los acaricidas comúnmente utilizados para su control.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de acarología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Se colectaron hojas del sustrato medio de plantas infestadas con ácaros provenientes de un cultivo de maíz forrajero comercial, libre de acaricidas del ciclo primavera-verano 2008

De las hojas infestadas se recortaron trozos de 3 cm² que contenían entre 30 y 50 arañas adultas, las cuales fueron muestreadas como unidades experimentales constituyendo cuatro repeticiones y un testigo para cada producto. De cada acaricida (Cuadro 1), se preparó en matraces de 100 mL seis concentraciones diferentes, y se desarrollaron una serie de bioensayos mediante la técnica de inmersión en hoja (FAO, 1979), para ello, los cuadros de hoja se sumergieron por cinco segundos en cada concentración a excepción del testigo el cual se sumergió en agua destilada y adherente en una proporción 1 mL: 1 L, posteriormente se dejaron secar y se colocaron sobre esponjas saturadas de agua en charolas de plástico (Abou-Setta, 1987). Se tomaron datos de mortalidad a 24, 48 y 72 h, tomando como criterio de muerte la inactividad completa. En los casos en que se presentó mortalidad en el testigo se utilizó la fórmula de Abbott (1925) para corregir la mortalidad. Con los datos obtenidos se realizaron análisis de concentración-mortalidad mediante el programa SAS.

Cuadro 1. Acaricidas evaluados en el control de *Tetranychus urticae* Koch en laboratorio.

Grupo químico	Ingrediente activo	Formulación
Organofosforado	Naled	60 % C. E.
	Dimetoato	37.40 % C.E.
Clorados	Dicofol	42.50 % C.E.
	Endosulfan	35.0 % C. E.
Piretroides	Bifentrina	12.15 % C.E.
Sulfurosos	Propargite	68.10 % C.E
Pentaciclina	Milbemectina	1 % C. E.
Benzoilurea	Flufenoxuron	4.79 C.D.
Quinazolininas	Fenazaquin	18.32 % SC

Resultados

En el Cuadro 2 y Figura 1, 2 y 3 se observan los resultados obtenidos. Como se puede ver la Milbemectina fue el producto con el que se obtuvo la CL_{50} mas baja a 24 h (0.0177 ppm), seguida del Fenazaquin con 0.4586 ppm y Bifentrina con 2.0 ppm. Por otra parte, Dimetoato, Endosulfan, Naled, Flufenoxuron y Propargite requieren de mayor concentración para alcanzar el 50 % de mortalidad con 908.94, 54.45, 32.99, 24.84 y 10.72 ppm respectivamente.

Para la CL_{95} destacan los productos Milbemectina, Fenazaquin, Naled y Flufenoxuron a las 24 h con 0.117, 12.92, 149.49, y 202.145 ppm respectivamente. Los productos que requieren mayor concentración para alcanzar el 95 % de mortalidad son Dimetoato, Dicofol, Endosulfan, Propargite y Bifentrina con 8858, 2101, 1188, 362.87 y 255.70 ppm respectivamente.

Cuadro 2. Concentración Letal 50 % (CL₅₀) y 95 % (CL₉₅), límites fiduciales inferior y superior de *Tetranychus urticae* Koch bajo condiciones de laboratorio.

Acaricida	Tiempo de exposición (h)	CL ₅₀	Límites fiduciales		CL ₉₅	Límites fiduciales	
			inferior	superior		inferior	superior
Naled	24	32.99	26.96	38.34	149.49	125.052	191.756
	48	26.37	20.32	31.624	119.107	100.281	152.053
	72	24.39	18.77	29.126	88.89	76.501	109.988
Dimetoato	24	908.9	728.16	1071	8858	6054	16321
Dicofol	24	6.18	2.506	9.98	2101	583.002	33929
	48	0.58	0.066	1.52	26.84	18.305	49.48
Endosulfan	24	54.45	6.19	111.918	1188	509.46	20486
Bifentrina	24	2.00	0.424	3.99	255.709	111.96	1698
	48	1.09	0.000104	3.58	21.84	11.59	236.631
Propargite	24	10.72	0.2119	26.32	362.87	172.51	7742
	48	1.45	0.02007	5.69	77.701	49.079	136.407
Milbemectina	24	0.017	0.015	0.0204	0.117	0.093	0.156
	48	0.0079	0.006	0.009	0.062	0.049	0.085
	72	0.000408	0.0000336	0.0012	0.0227	0.0148	0.0405
Flufenoxuron	24	26.84	5.06	41.96	202.045	106.841	4212
	48	16.04	2.43	26.99	115.763	72.71	565.699
	72	13.59	2.20	23.019	82.41	55.585	248.923
Fenazaquin	24	0.458	0.25776	0.65281	12.92824	7.93892	29.71217
	48	0.160	0.03391	0.32809	13.71391	7.16971	55.51793
	72	0.027	0.0002227	0.11933	5.12836	2.94117	23.29125

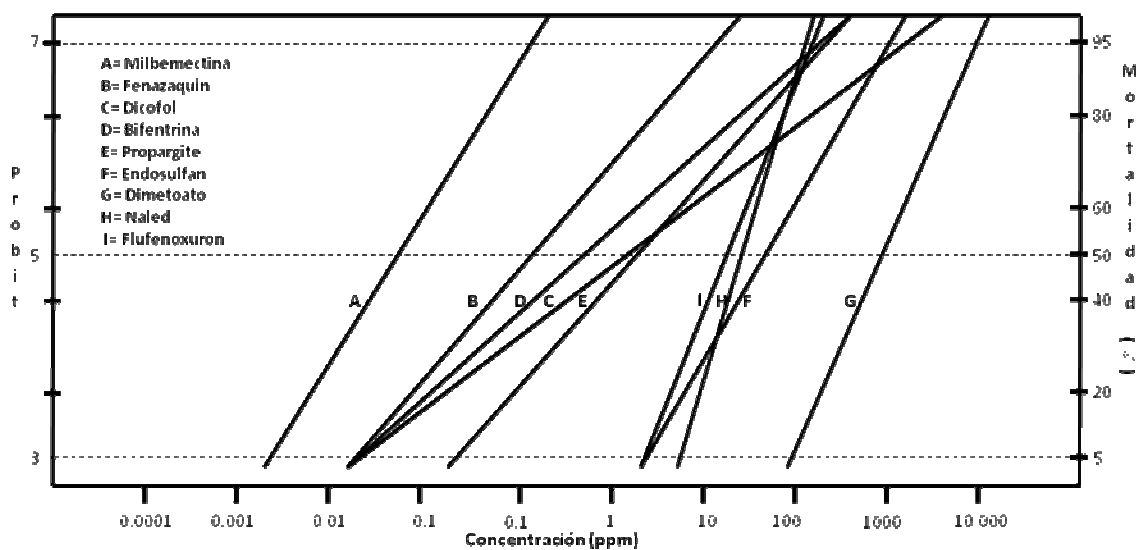


Figura 1. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch a nueve acaricidas a las 24 h.

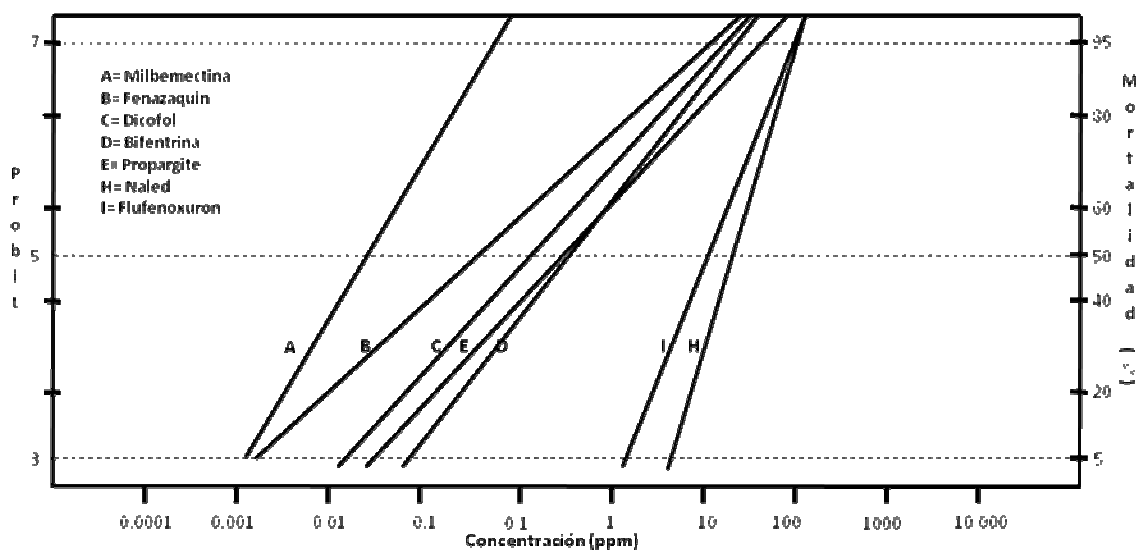


Figura 2. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch de siete acaricidas a las 48 h.

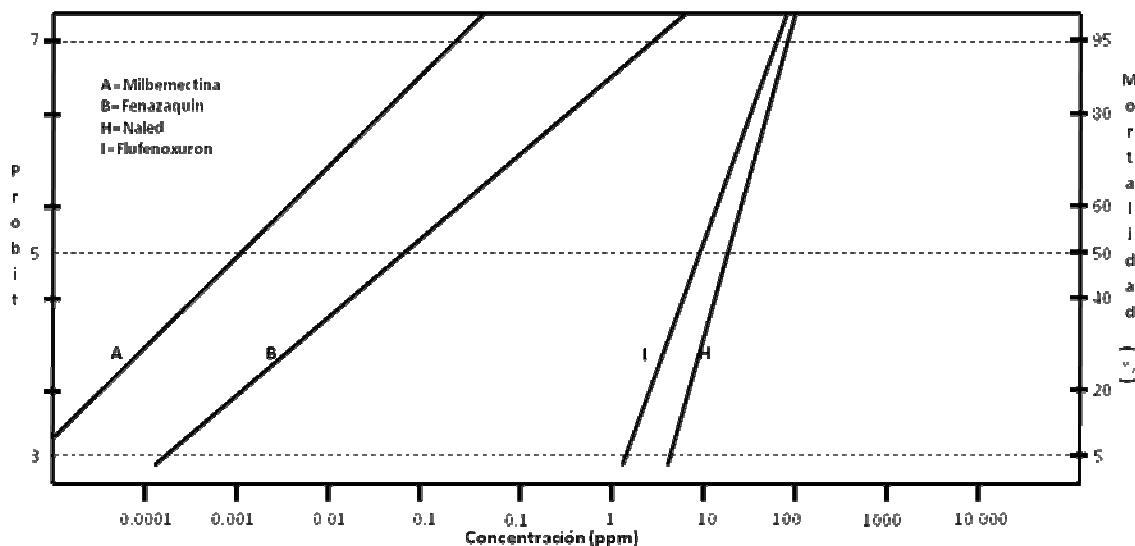


Figura 3. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch de cuatro acaricidas a las 72 h.

Discusión

Flores *et al.* (2007) obtuvieron una CL_{50} de 0.11 ppm para Fenazaquin evaluado sobre hojas de *Primula obconica* Hanse; Este resultado no difiere mucho a las 0.45 ppm obtenidas en esta investigación.

Schiffahuer y Mizzell (1998), trabajando bajo condiciones similares obtuvieron una CL_{50} de 655 ppm para Dicofol. Por su parte (Dennehy *et al.*, 1988) trabajando con el mismo producto y sobre hojas de manzana, reportaron una CL_{50} de 700 ppm. Estudios realizados por (Martison *et al.*, 1991), reportaron una CL_{50} de 911 ppm en Dicofol y Kensler y Streu (1967) al hacer estudios con este mismo acaricida reportan una CL_{50} de 450 ppm. Dennehy *et al.*, (1987) de una población resistente a Dicofol colectada en algodón y usando bioensayos de película residual obtuvieron una CL_{50} a las 24 h de 365 ppm. Es importante mencionar que los resultados reportados por estos autores para

Dicofol, difieren en un rango amplio, lo que significa que la población con la que se trabajó en esta investigación aun es susceptible a este producto.

Investigaciones realizadas en Brasil para Naled no concuerdan con las que se encontraron en esta investigación, ya que reportan una CL_{50} de 383 y 258 ppm para 24 y 48 h respectivamente. Este mismo autor y en este mismo año, en estudios realizados con Naled en *T. urticae* reporta una CL_{50} de 1146 ppm lo cual en términos de tolerancia representa alrededor de diez veces más (Sato *et al.*, 2000).

En relación al Propargite comparando dos líneas de *T. urticae* (una resistente y una susceptible) estimaron (Shah *et al.*, 2002) una CL_{50} de 4030 y 60 ppm. Si los comparamos con los resultados obtenidos en esta investigación (10.42 y 1.45 a las 24 y 48 h). Ashley (2003) obtuvo a las 24 y 72 h el 63 y 96 % de mortalidad de *T. urticae* con 976.10 ppm de Propargite evaluado sobre hojas de cacahuete. Estrada y Sánchez (1990) encontraron que una población de *T. urticae* colectada en clavel tuvo una CL_{50} para Propargite de 1464.18 ppm y Cheng y Pan (1994) obtuvieron una CL_{50} de 8104.01 ppm. Es de señalarse que las poblaciones de la Comarca Lagunera aun son muy susceptibles a este producto ya que la CL_{50} obtenida en este trabajo es de 10.72 ppm.

Yang *et al.*, (2002) obtuvieron una CL_{50} de 45.7 ppm para Bifentrina, misma que resulta muy alta en relación a las 2.0 ppm que se obtuvo con la población de *T. urticae* proveniente de la Comarca Lagunera. Estos mismos autores reportan una CL_{50} de 56.5 ppm para Dimetoato trabajando con ácaros colectados en maíz. Este resultado no concuerda con las 908.94 ppm obtenidas en esta investigación, probablemente por una mayor utilización de este producto en la población de ácaros con la que se trabajó.

Sato *et al.*, (2005) probaron diferentes acaricidas sobre *T. urticae* usando una población resistente y una susceptible para estimar la CL_{50} obteniendo 7.34, 87.02 y

3,469.07 ppm para la resistente y 0.45, 103.08 y 3,126.31 ppm para la susceptible en Milbemectina, Propargite y Dimetoato respectivamente. Comparando con 0.017, 10.72 y 908.94 ppm que se obtuvieron en esta investigación en el orden que se presentan para los mismos productos, nos indica que la población de ácaros usados en esta investigación aun presentan cierto grado de susceptibilidad.

Nath y Mahajan (2005) reportan una CL_{50} de 382.8 ppm para Endosulfan evaluada sobre hojas de manzano. La CL_{50} que se obtuvo en este trabajo es siete veces más bajo, indicando susceptibilidad para la población de *T. urticae* a este producto.

Conclusiones

Con la presente investigación se han identificado algunos productos efectivos para el control de la araña roja en maíz forrajero.

La arañita de dos manchas presentó menor tolerancia a Milbemectina, seguida por Fenazaquin. Los productos Dimetoato y Endosulfan requieren mayor concentración para controlar a *T. urticae*.

La Milbemectina y Fenazaquin aunque son productos de acción muy lenta que el resto empleados en este estudio, resultaron ser más tóxicos. Siendo estos productos una alternativa para controlar poblaciones de *T. urticae* en un manejo integrado. No obstante los resultados para los demás productos nos permiten elegir la mejor opción en una rotación de acaricidas en un manejo de resistencia contra la él ácaro de dos manchas.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
- Abou-Setta, M. M. and Childers, C. C. 1987. A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mites for biological studies. *Florida Entomol.* 70: 245-248.
- Ashley Janet L. 2003. Toxicity of selected acaricides o *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae) life stages and predation studies with *Orius insidiosus*. Thesis for the degree of Master of Science in Entomology. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute. Blackburg Virginia, USA 10 p.
- Ayyappath Ramesh, Witkowski John F. and Higley Leon G. 1997. Ovipositional Responses of Two Species of Spider Mites (Acari: Tetranychidae) to Sublethal Concentrations of Permethrin and Methyl Parathion on Corn. *Environ. Entomol.* 26(3): 489-496.
- Brewer Michael J. 1995. Two Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae*). Department of Renewable Resources. *Florida Entomologist* 86(4).
- Bynum E. D., Jr., Xu Wenwei and archer Thomas L. 2004. Diallel analysis of Spider Mite resistant Maize inbred Lines and F1 Crosses. *Crop Science society of America* 44: 1535-1541.
- Cheng, L.S. and J.S. Pan, 1994. Toxicity tests of several acaricides on *Tetranychus urticae* Koch and *T. cinnabarinus* (Boisduval). *Pl. Prot.*, 20: 18-19.

- Dennehy, T. J., E. E. Grafton-Cardwell, J. Granett and K. Barbour, 1987. Practitioner-assessable bioassay for detection of dicofol resistance in spider mites Acari: (Tetranychidae). J. Econ. Entomol., 80: 998-1003.
- Dennehy, T. J. and T. J. Glover. 1988. Genetic analysis of dicofol resistance in twospotted spider mite from New York Apple Orchards. Jour. Econ. Entomol. 81 (5): 1271-1276 pp.
- Estrada-Cotero, S. and M-del-C.Sanchez-Galvez, 1990. Levels of susceptibility of *Tetranychus urticae* (Acarina:Tetranychidae) to eight acaricides used in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cultivation in the Villa Guerrero region, México. Revista Serie Horticultura Chapingo, 15: 145-148.
- FAO (1979) Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides. FAO Plant Protection Bull. 27: 29-32.
- Flores Alberto F., Silva Gonzalo A., Tapia Maritza V. y Casals B. 2007. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) colectada en *Primula obconica* Hanse y *Convolvulus arvensis* L. a acaricidas. Agricultura técnica (Chile) 67(2): 219-224.
- Jeppson, L. K., H. M. Keifer and E. N. Baker. 1975 Mites injurious to economic plants. University of California Press. The Angeles, USA. 614 p.
- Kensler, L. D. and H. T. Streu. 1967. A biological and toxicological study of stain of two spotted spider mites. Department of entomology and Economic Zoology, Rutgers – New Brunswick, New Jersey. 67 (4): 1073 – 1078.
- Konanz, S., and R. Nauen. 2004. Purification and partial characterization of a glutathione S-transferase from the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Pestic. Biochem. Physiol. 79:49-57.

- Marshall, d. B. & D. J. Pree. 1991. Effects of miticides on the life stages of the European red mite, *Panonychus ulmi* (Koch) (acari: Tetranychidae). Can. Entomol. 123: 77-87.
- Martinson, T. E. , T. J. Dennehy., J. P. Nyrop and W. H. Reissig. 1991. Field measurements of selection for twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) resistance to dicofol for in apple orchards. J. Econ. Entomol. 84 (1): 7-16.
- Nath A. y Mahajan Sapna 2005. Comparative In Vitro Evaluation of Acaricides for Intrinsic and Persistent Toxicity Against Mites (*Panonychus ulmi* Koch and *Tetranychus urticae* Koch) on Apple. Department of Entomology and Apiculture. India. ISHS, Acta Hort 696: 407-410.
- Sato, M. E, C. M. Passerotti, A. P. Takematsu, M. F. Souza Filho, M. R. de Potenza y A. P. Sivieri. 2000. Resistance to acaricides in *Tetranychus urticae* (Koch) from peach (*Prunus persica* (L) Bastsch) orchards in Paranapanema and Jundiai counties state of Sao Paulo. Archives of Institute Biological. 67(1): 117-123.
- Schiffhauer, D. E. and R. F. Mizell III. 1998. Behavioral response and mortality of nursery populations of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) to residues of six acaricidas. Journals. Econ. Entomol. Vol. 81(4): 1156 - 1162.
- SAS Institute. 1996. SAS/STAT guide for personal computers, version 9. SAS Institute, Cary, NC.
- Sato, M.E., N. Marcos Z. DA Silva, Adalton Raga and M.F. de Souza Filho. 2005. Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae): Selection, Cross-Resistance and Stability of Resistance. *Neotropical Entomology* 34(6):991-998.

- Shah Riaz, Worner Sue P. and Chapman R. Bruce. 2002. Selection of Discriminating Concentration (DC) for Propargite-resistance Detection in *Tetranychus urticae* (Koch) Pakistan Journal of Biological Sciences 5(10): 1076.
- Stumpf, N. and Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pest. Biochem. And Phy.* 72 (2): 111-121.
- Yang, X., L. L. Buschman, K. Y. Zhu, and D. C. Margolies. 2002. Susceptibility and Detoxifying Selection with Three Insecticides. *J. Econ. Entomol.* 95(2): 399-406 (2002).
- Teliz O. D. y F. J. Castro. 1973. El cultivo de la fresa en México. Folleto de divulgación No. 48 INIA-CIAB. México. 102 p.

CONCLUSIONES GENERALES

Los productos con mayor control sobre el ácaro de dos manchas corresponden al grupo químico de las pentaciclinas y quinazolinas, seguidas por los piretroides. Con la presente investigación se han identificado algunos productos efectivos para el control de la araña roja en maíz forrajero. Es importante mencionar que la población de ácaros con la que se trabajó en esta investigación aun presenta un alto grado de susceptibilidad para la mayoría de los acaricidas evaluados.

La Milbemectina y Fenazaquin aunque son productos de acción muy lenta que el resto empleados en este estudio, resultaron ser más tóxicos. Siendo estos productos una alternativa para controlar poblaciones de *T. urticae*; sin embargo, Fenazaquin no se recomienda utilizar en un manejo integrado de este acaro por el alto impacto que tiene sobre los enemigos naturales.

De los productos que menor acción ejercieron sobre *T. urticae* corresponden a organoclorados y organofosforados. No obstante los resultados para los demás productos nos permiten elegir la mejor opción en una rotación de acaricidas en un manejo de resistencia contra la él ácaro de dos manchas.

LITERATURA CITADA

- Ashley Janet L. 2003. Toxicity of selected acaricides o *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae) life stages and predation studies with *Orius insidiosus*. Thesis for the degree of Master of Science in Entomology. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute. Blackburg Virginia. p. 10.
- Ayyappath Ramesh, Witkowski John F. and Higley Leon G. 1997. Ovipositional Responses of Two Species of Spider Mites (Acari: Tetranychidae) to Sublethal Concentrations of Permethrin and Methyl Parathion on Corn. Environ. Entomol. 26(3): 489-496.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas, 3a edición. Editorial Omega. Barcelona, España. pp: 43-45.
- Boudreaux, H.B. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mite. J. Insect. Physiol. 2:65-72.
- Brattsten L. B., C. V: Holyoke, J. R. Leeper and K. F. Raffa. 1986. Insecticide resistance: Challenge to pest management and basic research. Science. 2: 1255-1260.
- Brown, A. W. A. 1958. Insecticide resistance in arthropods. Geneva, World Health Organization. 240 p.
- Brown, T. M. and W. G. Brogdon. 1987. Improved detection of insecticide resistance through conventional and molecular techniques. Ann. Rev. Entomol. 32: 145-162

- Bynum E. D., Jr., Xu Wenwei and Archer Thomas L. 2004. Diallel analysis of Spider Mite resistant Maize inbred Lines and F1 Crosses. *Crop Science society of America* 44: 1535-1541.
- Campos, F., Dybas R. A. and Krupa D. A. 1995. Susceptibility of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) populations in California to abamectin. *J. Econ. Entomol.* 88: 225-231.
- CICOPLAFEST. 2005. *Catálogo Oficial de Plaguicidas 1991. Comisión Intersecretarial Para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH-SEDUE-SS-SECOFI.* 469 p.
- Cranham, J. E. and W. Helle. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae. In Helle W., M. W. Sabelis (Eds.). *Spider mites: Their biology, natural enemies and control.* Amsterdam. Elsevier. Pp 405-419.
- Crocker, A. 1985. Embryonic and juvenile development. pp. 149-160. En Helle W. y W. M. Sabelis (Editores) *Spider mite their biology, natural enemies and control.* Vol 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- Croft, B. A. and H. E. Van de Baan. 1988. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mite. *Exp. Appl. Acarol.* 4: 277-300.
- Cuevas, G.J.J. 1990. Acaros de importancia económica en maíz. En, G.J. Vera, E. Prado y A. Lagunes Edits: *Acaros fitófagos (Biología y combate): Colegio de Postgraduados.* Chapingo, Mex. 339 p.
- Dennehy, T. J. and J. Granett. 1982. Improved detection of dicofol-resistant spider mites in cotton. *Calif. Agric.* 36: 11-12.

- Devine, G. J., M. Barber and I. Denholm. 2001. Incidence and inheritance of resistance to meti-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). *Pest. Manag.*
- Doreste. S. E. 1988. *Acarologia*. Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA). San Jose Costa Rica. 410 p.
- Edelson, V. J., J. Duthie, and W. Roberts. 2002. Toxicity of biorational insecticides: activity against the green peach, *Myzus persicae* (Sulzer). *Pest Manag. Sci.* 58: 255-269.
- Edge, V. E. and D. G. James. 1982. Detection of cyhexatin resistance in twospotted mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in Australia. *J. Aust. Entomol. Soc.* 21: 198-204.
- EPA. 2007. Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticide and Toxic Substance (7501C). Pesticide Fact Sheet. Description Chemical of Fenazaquin. United States. August. 2 p.
- Estébanez, M.L. 1989. Ácaros en frutales del Estado de Morelos. Instituto de Biología de la UNAM y Dirección General de Sanidad y Protección Forestal SARH. México, D.F. 360 p.
- Estrada, C. S y G.M. Sánchez. 1990. Niveles de susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acarida: Tetranychidae) a ocho acaricidas en el cultivo del clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en la región de Villa Guerrero México. *Rev. Chapingo.* 15: 145-148.
- FAO. 1979. Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de pérdidas agrícolas. Informe de la Segunda Reunión de Expertos (6/2) AGP; Roma. 67 p.

- Fayette, L. J. 1946. Hexaethyl tetraphosphate for control of mite. *J. Econ. Entomol.* 39: 812-816.
- French-Constant, R. H. and R. T. Roush. 1990. Resistance detection and documentation: The relative role of pesticidal and biochemical assays. In: *Pesticides resistance in arthropods*. R. T. Roush and B. E. Tabashnik (Eds.) Chapman and Hall, New York, London. Pp: 4-38.
- Flores, C.R.J. 1999. Disposición espacial y efecto de diferentes niveles de población de la arañita de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) en el cultivo del rosal var. Royalty bajo condiciones de invernadero. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo; Coah. pp. 85.
- Flores E. A., J. Landeros and M.H. Badii. 1998. Evaluation on population parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Prostigmata:Tetranychidae) exposed to Avermectin. 10 th. International Congress of Acarology.
- Fuentes, Y.J.L. 1993. Plagas, enfermedades y malas hierbas. 1ª. De. Publicaciones de Extensión Agrícola. Madrid, España. 115 p.
- Georghiou, G. P. 1965. Genetics studies on insecticide resistance. *Adv. Pest Control Res.* 6:171.
- Georghiou, G. P. and Lagunes-Tejeda. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome. FAO. 318 p.
- Georghio. P. G. y Saito. 1983. Resistance to pesticides. Plenum Press. New York. USA. 809 pp.

- Gerson U. 1985. Webbing, pp. 223-230. En Helle W. y W. M. Sabelis (Editores) Spider mite their biology, natural enemies and control. Vol 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- Goka, K. 1998. Mode inheritance of resistance to three new acaricides in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 22: 699-708.
- Goodwin, S., G. Herron, N. Gough, T. Wellham, J. Rophail and R. Parker. 1995. Relationship between insecticide-acaricide resistance and field control in *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) infesting roses. *J. Econ. Entomol.* 88(5): 1106-1112.
- Gould M. J., Burn A.J., Croaker T. H. y Jeppson P.C. 1987. Protected crops (integrated pest management). Ed. Academic press. New York. USA. 605 p.
- Gunning, R. V., C. S. Easton, L. R. Greenup and V. E. Edge. 1984. Pyrethroid resistance in *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *J. Econ. Entomol.* 77: 1283-1284.
- Hassall, K. A. 1990. The biochemistry and uses of pesticides. 2^a Edition. Mac Millan Press Ltd. Houndmills and London. 536 p.
- Hayes, W. P. and Y. S. Liu. 1947. Tarsal chemoreceptors of the house fly and their possible relation to DDT toxicity. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 40: 401-416.
- Helle, W. y L.P. Pinacker. 1985. Parthenogenesis, chromosomes and sex. En Tiell y Sabelis, Edits: Spider mites Biology, Natural Enemies and control. Amsterdam. Elsevier. Pp 129-138.

- Hoyt, S. C., P. H. Westgard and B. A. Croft. 1985. Cyhexatin resistance in Oregon populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 656-659.
- 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.
- Ibel, K., R. P. May, K. Kirschner, H. Szadkowski, E. Mascher and P. Lundahl. 1990. Protein-decored micelle structure of sodium-dodecyl-sulfate protein complexes as determined by neutron scattering. *Eur. J. Biochem.* 190: 311-318.
- Jefferson, R. L., J. G. Bald and F. S. Morishita. 1956. Effect of vapam on Rhizoglyphus mites and gladiolus diseases. *J. Econ. Entomol.* 49(5): 584-589.
- Jeppson, L. R., H:H Keifer, y E:W. Baker. 1975. Mites injurious to economic plants University of California Press. 614 p.
- Krantz, G.W. 1970. A manual of Acarology. Oregon State University. Book Stores Inc. 509 p.
- Lagunes-Tejada, A. y Villanueva-Jiménez J: A. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo Estado de México, México 1994. pp 264.
- Lasota, A. J. and R. A. Dybas. 1991. Avermectins, a novel class of compounds: implications for use in arthropod pest control. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 91-117.
- Lee, Y. S., M. H. Song, K. S. Ahn, K. Y. Lee, J. W. Kim and G. H. Kim. 2003. Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. *J. Asia-Pacific Entomol.* 6(1): 91-96.

- Lienk. S.E., P.J. Chapman and A. Myburgh. 1952. Evaluation of acaricides against three species of orchard mites. *J. Econ. Entomol.* 45(2): 290-297.
- López, G.G. 1998. Efecto de diferentes poblaciones del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) sobre hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coah. 49 p.
- Mailloux. M. and F.O. Morrison. 1962. The effects of acaricides on the developmental stages of the two-spotted spider mite. *Tetranychus urticae*. *J. Econ. Entomol.* 55(4): 479-482.
- March, R. B. 1958. The chemistry and action of acaricides. *Ann. Rev. Entomol.* 3: 355-376.
- McNally, R. D. 1962. Mechanisms of insect resistance are manifold and highly efficient. *Agric. Chemicals.* 17: 22-23.
- Miller, R. W., B. A. Croft and R. D. Nelson. 1985. Effects of early season immigration on cyhexatin and formetanate resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry in central California. *J. Econ. Entomol.* 78: 1379-1388.
- Miyata, T. 1983. Detection and monitoring methods for resistance in arthropods based on biochemical characteristics. In G. P. Georghiou and T. Saito (Eds.). *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum, New York. Pp: 99-116.
- Nelson, R.D and E.M Stafford. 1972. Effects of gamma radiation on the biology and population suppression of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Hilgardia.* 41: 229-341.

- O'Brien, R.D. 1967. Insecticides action on metabolism. Academic Press. New York and London. 332 p.
- Perry, A. S. 1956. Factors associated with DDT resistance in the house fly, *Musca domestica* L. Tenth International Congress of Entomol. 2: 157-172.
- Roush, R. T. and G. L. Miller. 1986. Considerations for design of insecticide resistance monitoring programme. *J. Econ. Entomol.* 79: 293-298.
- Saitó G. B. 1985. Life types of spider mites. En Helle W. y M. W. Sabelis (Editors). *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and control*. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company. 253-264 pp.
- Sanchez A., J. A. 1985. Clasificación de los Métodos de Aplicación de Insecticidas Registrados de 1960 a 1984 en el *Journal of Economic Entomology*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Entomología y Acarologia. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Mex. 217 p.
- Sato, M. E., T. Miyata, M. Da Silva, A. Raga and M. F. De Souza Filho. 2004. Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross-resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Appl. Entomol. Zool.* 39(2): 293-302.
- Shah, R., K. Armstrong, S. P. Worner and R. B. Chapman. 2002b. Investigation of a PCR-based method for insecticide resistance monitoring. *Pakistan J. Biol. Sci.* 5(10): 1070-1073.
- Soderlund D.M., J.R. Bloomquist, F. Wong, L.L. Payne and D.C. Knipple. 1989. Molecular Neurobiology: implications for insecticide Action and Resistance. *Pestic. Sci* 26: 359-374.

- Sobrino, I. E y V. E. Pacheco. 1989. Tratado de horticultura herbácea, hortalizas de flor y de fruto. Aedos. Barcelona, España. 151 p.
- Staetz, C. A. 1985. Susceptibility of *Heliothis virescens* (F) (Lepidopter: Noctuidae) to permethrin from across the cotton belt: a five-year study. J. Econ. Entomol. 78: 505-510.
- Tabashnik, B. E., N. L. Cushing and M. W. Johnson. 1987. Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to insecticides in Hawaii: intra-island variation and cross resistance. J. Econ. Entomol. 80: 1091-1099.
- Teliz, O. D. y F. J. Castro. 1973. El cultivo de la fresa en México. Folleto de divulgación No. 48. INIA-CIAB. México. 102 p.
- Tsagkarakou, A., M. Navajas, J. Lagnel, J. Gutierrez and N. Pasteur. 1996. Genetic variability in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece: insecticide resistance and isozymes. J. Econ. Entomol. 89: 1354-1358.
- Unwin, B. 1973. Chemical resistance in populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from apple orchards in N. S. W. Australia. J. Aust. Entomol. Soc. 12: 59-67.
- Van de Vrie, J.A. McMurtry and C.B. Huffaker. 1972. Biology, ecology, and pest status and host-plant relations of tetranychids on ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. Hilgardia. 41(13):343-432.
- Veerman, A. 1985. Aspects of the induction and termination of diapause in a laboratory strain of the mite *Tetranychus urticae*. J. Insect Physiol. 23:703-711.
- Velazco, H. y F. Pacheco. 1968. Biología, morfología y evaluación tóxica de acaricidas en la araña roja de la fresa *Tetranychus telarius* L. Agrociencia 3: 43-45.

- Welty C., W. H. Reissing, T. J. Dennehy and R. W. Weires. 1988. Susceptibility to hexythiazox of eggs and larvae of European red mite (Acari: Tetranychidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 81(2): 586-592.
- Yang Xuemei, Zhu Kun Yan, Buschman and Margolies David C. 2001. Comparative susceptibility and possible detoxification mechanisms for selected miticides in Banks grass mite and two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology* 25: 293-299.
- Yáñez, A. G. 1989. Respuesta de 6 variedades de crisantemo (*Crisanthemus morifolium* Ramat). Al ataque de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Dpto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo.

APENDICE A

Cuadro A1. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	144	139	5	3.4	
10	142	106	36	25.3	22.6
40	146	93	53	36.3	34.0
70	178	94	84	47.1	45.29
100	126	52	74	58.7	57.25
150	208	43	165	79.3	78.58
200	125	4	121	96.8	96.68

Cuadro A2. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	144	132	12	8.3	
10	142	78	64	45.0	40.0
40	146	64	82	56.1	52.1
70	178	56	122	68.5	65.6
100	126	26	100	79.3	77.4
150	208	20	188	90.3	89.5
200	125	2	123	98.4	98.2

Cuadro A3. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Naled a 72 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	144	127	17	11.8	
10	142	50	92	64.7	60.0
40	146	36	110	75.3	72.0
70	178	24	154	86.5	84.7
100	126	3	123	97.6	97.3
150	208	0	208	100	100
200	125	0	125	100	100

Cuadro A4. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	154	152	2	1.3	
20	262	133	129	49.2	48.5
40	129	54	75	58.1	57.5
60	332	116	216	65.0	64.6
80	116	26	90	77.5	77.2
100	92	12	80	86.9	86.7
120	96	2	94	97.9	97.8

Cuadro A5. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	154	150	4	2.6	
20	262	93	169	64.5	63.5
40	129	34	95	73.6	72.9
60	332	64	268	80.7	80.2
80	116	13	103	88.7	88.4
100	92	4	88	95.6	95.5
120	96	0	96	100	100

Cuadro A6. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Flufenoxurón a 72 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	154	146	8	5.1	
20	262	75	187	71.3	69.8
40	129	27	102	79.0	77.9
60	332	43	289	87.0	86.3
80	116	6	110	94.8	94.5
100	92	1	91	98.1	98.8
120	96	0	96	100	100

Cuadro A7. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dimetoato a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	214	196	18	8.4	
500	151	98	53	35.1	29.1
1000	154	68	86	55.8	51.7
1500	85	29	56	65.8	62.7
2000	92	21	71	77.1	75.0
2500	74	15	59	79.7	77.8
3000	170	34	136	80	78.1

Cuadro A8. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Propargite a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	163	155	8	4.9	
25	263	75	188	71.4	70.0
50	113	28	85	75.2	73.9
100	274	50	224	81.7	80.8
150	166	23	143	86.1	85.4
200	92	7	85	92.3	91.9
250	215	4	211	98.1	98.0

Cuadro A9. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Propargite a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	163	143	20	12.2	
25	263	23	240	91.2	90.0
50	113	8	105	92.9	91.9
100	274	15	259	94.5	93.7
150	166	6	160	96.3	95.8
200	92	1	91	98.9	98.7
250	215	0	215	100	100

Cuadro A10. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Endosulfan a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	125	110	15	12	
50	135	57	78	57.7	52.0
100	163	51	112	68.7	64.4
300	98	24	74	75.5	72.1
500	301	45	256	85.0	83.0
700	194	8	186	95.8	95.3
1000	282	3	279	98.9	98.7

Cuadro A11. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Bifentrina a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M
	Expuestos	Vivos	Muertos	
Testigo	146	146	0	0
5	93	32	61	65.5
10	38	12	26	68.4
20	57	14	43	75.4
30	54	11	43	79.6
40	79	12	67	84.8
50	33	3	30	90.9

Cuadro A12. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Bifentrina a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	146	143	3	2.0	
5	93	15	78	83.8	83.5
10	38	5	33	86.8	86.5
20	57	5	52	91.2	91.0
30	54	3	71	94.4	94.3
40	79	0	79	100	100
50	33	0	33	100	100

Cuadro A13. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dicofol a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	89	83	6	6.7	
5	75	35	40	53.3	49.9
10	104	43	61	58.6	55.6
20	121	44	77	63.6	61.0
40	97	32	65	67.0	64.6
60	122	31	91	74.5	72.7
80	134	22	112	83.5	82.6

Cuadro A14. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Dicofol a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	89	82	7	7.8	
5	75	11	64	85.3	84.0
10	104	11	93	89.4	88.5
20	121	9	112	92.5	91.9
40	97	5	92	94.8	94.4
60	122	2	120	98.3	98.2
80	134	0	134	100	100

Cuadro A15. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M
	Expuestos	Vivos	Muertos	
Testigo	324	324	0	0
0.005	105	92	13	12.3
0.01	98	63	35	35.7
0.03	90	33	57	63.3
0.05	83	18	65	78.3
0.08	114	10	104	91.2
0.1	181	7	174	96.13

Cuadro A16. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	324	318	6	1.8	
0.005	105	69	36	34.2	33.0
0.01	98	35	63	64.2	63.6
0.03	90	15	75	83.3	83.0
0.05	83	9	74	89.1	88.9
0.08	114	3	111	97.3	97.3
0.1	181	0	181	100	100

Cuadro A17. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Milbemectina a 72 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	324	301	23	7.0	
0.005	105	15	90	85.7	84.62
0.01	98	7	91	92.8	92.3
0.03	90	5	85	94.4	94.0
0.05	83	3	80	96.3	96.1
0.08	114	1	113	99.1	99.0
0.1	181	0	181	100	100

Cuadro A18. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquin a 24 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	78	74	4	5.1	
0.5	147	67	80	54.4	51.9
1	174	55	119	68.3	66.6
2	255	63	192	75.2	73.9
3	126	23	103	81.7	80.7
4	125	17	108	86.4	85.6
5	107	10	97	90.6	90.1

Cuadro A19. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquin a 48 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	78	71	7	8.9	
0.5	147	43	104	70.7	67.8
1	174	40	134	77.0	74.5
2	255	47	208	81.5	79.7
3	126	17	109	86.5	85.1
4	125	13	112	89.6	88.5
5	107	8	99	92.5	91.7

Cuadro A20. Mortalidad de hembras adultas de *Tetranychus urticae* Koch recolectadas en maíz expuestas a diferentes concentraciones de Fenazaquina 72 h de exposición.

Concentración (ppm)	Número de individuos			% M	% M.C.
	Expuestos	Vivos	Muertos		
Testigo	78	68	10	12.8	
0.5	147	22	125	85.0	82.8
1	174	20	154	88.5	86.8
2	255	23	232	90.9	89.6
3	126	8	118	93.6	92.7
4	125	6	119	95.2	94.4
5	107	4	103	96.2	95.7