

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**Tolerancia del Acaro de dos Manchas (*Tetranychus urticae* Koch)
a Cuatro Acaricidas de Diferente Grupo Toxicológico.**

POR:

OSMAR VENTURA LOPEZ LOPEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
Agosto del 2004.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**TOLERANCIA DEL ACARO DE DOS MANCHAS (*Tetranychus urticae* Koch) A
CUATRO ACARICIDAS DE DIFERENTE GRUPO TOXICOLÓGICO.**

PRESENTADA POR:

OSMAR VENTURA LOPEZ LOPEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

APROBADA

ASESOR PRINCIPAL

:

DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES

ASESOR

ASESOR

MC. ERNESTO CERNA CHAVEZ

ING. CARLOS ENRIQUE AIL CATZIM

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
Agosto del 2004.

DEDICATORIA

A mis padres

Octavio López Castillo y Placida López Carrillo a quienes estimo y quiero con todo el corazón, por haberme dado lo más preciado, la vida y que sin escatimar esfuerzos y sacrificios me han dado el regalo más anhelado el de ser un profesionista y ser un hombre de provecho.

A mis abuelitos

Severo López y Macaria Carrillo quienes han sido como mis padres, por haberme aconsejado y enseñarme a ser siempre honesto y respetable ante los demás.

A mis hermanos

Francisco Octavio, Alfredo, Ignacio, Julia Lenica y Vivi , a quienes deseo que logren todas sus metas que se propongan en la vida. A ustedes que me han proporcionado la confianza, la motivación y el valor para salir adelante, quienes sin importar las privaciones y sacrificios han estado siempre conmigo.

A mis tías

Epifania López Carrillo, Aida López Urizar, Clara Urizar López por el apoyo incondicional que siempre me han brindado y apoyarme moralmente durante mi carrera y darme siempre su confianza.

A mis tíos

Antonio López, Juventino López, Eduardo Martínez, Roselio Martínez y Rigoberto López, por el apoyo que me dieron para poder salir adelante y lograr una meta más en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por mantenerme siempre con vida, brindarme serenidad y confianza y sobre todo fe para cumplir siempre mis objetivos en la vida.

A mi Alma Mater

Por haberme brindado la oportunidad de permanecer durante mi estancia como estudiante, así como sus enseñanzas y experiencias vividas que siempre llevaré presente.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología

Por el otorgamiento de la beca y con ello llevar a cabo la realización de esta investigación.

Al Cuerpo de Asesores

Al Dr. Jerónimo Landeros, al Mc. Ernesto Cerna Chávez y al Ing. Carlos Enrique Ail Catzin por brindarme confianza, apoyo en la realización de esta investigación y la oportunidad de trabajar con ellos.

A mis Compañeros y Amigos,

Rebeca, Adrian, Enoc, Kenedy, Ramiro, Ramón, Gasca, Carmona, Rudi, Salvador, por su amistad y convivencia.

A mis Primos.

Hilber Marínez(†), Ever Adín, Delfino Ranferi, Santos Rosel, Victor Lenin, Nelson Abelardo, Mauricio, por el apoyo incondicional que me brindaron.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS -----	vii
INDICE DE FIGURAS -----	ix
INTRODUCCION -----	1
REVISION DE LITERATURA.-----	3
Distribución e Importancia Económica. -----	3
Ubicación Taxonómica. -----	5
Aspectos Biológicos y de Comportamiento. -----	6
Morfología. -----	7
Huevo.-----	7
Larva.-----	8
Ninfa. -----	8
Adulto.-----	9
Tiempo de desarrollo.-----	9
Mecanismo de dispersión. -----	10
Combate Químico. -----	11
Avermectina. -----	12
Origen.-----	12
Naturaleza. -----	13
Modo de Acción.-----	13
Estructura química. -----	15
Dicofol. -----	16
Nombre químico. -----	16
Nombres comerciales. -----	16
Fórmula molecular. -----	16
Modo de acción. -----	17
Estructura química. -----	17
Oxido de fenbutatín. -----	18
Nombre químico. -----	18
Nombres comerciales. -----	18
Fórmula molecular. -----	18
Modo de acción. -----	18

Estructura química. -----	19
Naled. -----	19
Nombre químico. -----	19
Nombres comerciales. -----	19
Fórmula molecular. -----	19
Modo de acción. -----	20
Estructura química. -----	21
 MATERIALES Y METODOS -----	 22
Manejo de las Muestras. -----	22
Establecimiento de los bioensayos. -----	23
Criterio de Muerte. -----	24
Análisis Estadístico. -----	25
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN. -----	 26
 CONCLUSIONES. -----	 45
 LITERATURA CITADA -----	 46
 APÉNDICE. -----	 56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Concentraciones utilizadas en los bioensayos para determinar la Cl_{50} de los diferentes acaricidas sobre individuos de <i>Tetranychus urticae</i> -----	24
4.1 Concentración letal, límites fiduciales y Cl_{95} . de los acaricidas usados contra <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de frijol. -----	27
4.2 Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para avermectina a diferentes horas de exposición.-----	30
4.3 Concentración letal, límites fiduciales y Cl_{95} del dicofol usado contra <i>T. urticae</i> en hojas de frijol. -----	31
4.4 Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para dicofol a diferentes horas de exposición -----	34
4.5 Concentración letal, límites fiduciales y Cl_{95} . del óxido de fenbutatín usado contra <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de frijol. -----	36
4.6 Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para óxido de fenbutatín a diferentes horas de exposición.-----	39

4.7	Concentración letal, límites fiduciales y CI_{95} . del naled usado contra <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de frijol. -----	40
4.8	Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para naled a diferentes horas de exposición.-----	43
4.9	Proporción de tolerancia sobre <i>T. urticae</i> a avermectina, dicofol, óxido de fenbutatín y naled. -----	44
4.10	Mortalidad de individuos de <i>T. urticae</i> a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con avermectina, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} .-----	52
4.11	Mortalidad de individuos de <i>T. urticae</i> a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones de dicofol, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} .-----	53
4.12	Mortalidad de individuos de <i>T. urticae</i> a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con óxido de fenbutatín, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} . -----	53
4.13	Mortalidad de individuos de <i>T. urticae</i> a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con naled, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} .-----	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Estructura química de la avermectina. -----	15
2.2 Estructura química del dicofol. -----	17
2.3 Estructura química del óxido de fenbutatín. -----	19
2.4 Estructura química del naled. -----	21
4.1 Líneas de respuesta concentración – mortalidad de <i>T. urticae</i> Koch a avermectina en hojas de frijol. UAAAN 2004.-----	28
4.2 Concentración letal, límites fiduciales de las líneas de respuesta concentración – mortalidad de <i>T. urticae</i> Koch avermectina en hojas de frijol. UAAAN 2004.-----	29
4.3 Líneas de respuesta concentración – mortalidad de <i>T. urticae</i> Koch a dicofol, en hojas de frijol. UAAAN 2004. -----	32
4.4 Concentración letal y límites fiduciales de las líneas de concentración – mortalidad de <i>T. urticae</i> Koch a dicofol en hojas de frijol. UAAAN 2004.---	33
4.5 Líneas de respuesta concentración – mortalidad de <i>T. urticae</i> Koch a óxido de fenbutatín, en hojas de frijol. UAAAN 2004.-----	37

- 4.6 Concentración letal y límites fiduciales de las líneas de concentración – mortalidad de *T. urticae* Koch a óxido de fenbutatín en hojas de frijol. UAAAN 2004.----- 38
- 4.7 Línea de respuesta concentración – mortalidad de *T. urticae* Koch a naled, en hojas de frijol. UAAAN 2004.----- 41
- 4.8 Concentración letal y límites fiduciales de las líneas de concentración – mortalidad de *T. urticae* Koch a naled en hojas de frijol. UAAAN 2004.---- 42

INTRODUCCION

Los ácaros juegan un papel importante en la vida del hombre, no sólo por que causan daño y enfermedades a éste sino también a los animales y vegetales con los cuales convive. En los vegetales tenemos a las plantas cultivadas quienes se ven fuertemente atacadas por especies pertenecientes a la familia Tetranychidae. Tal es el caso de la especie *Tetranychus urticae* Koch capaz de atacar una amplia gama de plantas hospederas y con frecuencia, ocasionan la muerte de las plantas por secado de follaje.

La arañita roja, *T. urticae* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) por su alto potencial reproductivo que posee, está catalogada como una de las especies de ácaros que más problemas ocasionan a la agricultura en el mundo. De tal manera que en un período corto de tiempo puede rebasar el umbral económico si no toman medidas de control pertinentes (Gould, 1987).

Una de las herramientas más ampliamente utilizadas para el control de esta arañita la constituye el control químico. Puesto que el empleo de acaricidas es la medida más efectiva y práctica para detener el desarrollo de las poblaciones de ácaros. Sin embargo, ésta práctica presenta desventajas tales como la destrucción de la fauna silvestre y la inducción de la resistencia a los productos químicos utilizados al paso del tiempo (Jeppson *et al.* , 1975).

El control químico del ácaro de dos manchas es difícil debido a que: bajo condiciones de temperatura elevada y baja humedad su ciclo biológico es de tan solo 5-7 días, su potencial reproductivo muy elevado y las poblaciones desarrollan resistencia rápidamente a la mayoría de los acaricidas (Cone, 1979).

T. urticae es una de las especies que más casos de resistencia a los acaricidas ha presentado (Hussey y Parr, citados por Gould, 1987). Debido a la resistencia o susceptibilidad de esta plaga a los acaricidas que comúnmente se aplican para su control, es necesario determinar las líneas de respuesta dosis mortalidad de este ácaro que se usan comúnmente para su control, y con ello decir cuáles son los productos que siguen siendo más eficientes.

Por lo que el objetivo principal del presente estudio fue: determinar la CI_{50} de cuatro acaricidas pertenecientes a diferente grupo toxicológicos en el ácaro *T. urticae*. Koch.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los ácaros son pequeños organismos que pueden encontrarse en casi cualquier hábitat de la naturaleza, en ambientes terrestres y acuáticos, incluyendo aguas termales. Es un grupo diverso y complejo, por lo que presenta diferencias muy marcadas en morfología y hábitos (Ochoa *et al.*, 1991). El ácaro de dos manchas o arañita roja, *Tetranychus urticae* Koch es un serio problema en frutos desiduos, árboles de sombra y arbustos especialmente de climas templados (Jeppson *et. al.*, 1975). MacGregor y Gutiérrez (1983), mencionan que las condiciones favorables de desarrollo son temperaturas altas y secas.

Distribución e Importancia Económica

Tetranychus urticae Koch, se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, principalmente en zonas templadas (Cruz, 1984). Esta especie es muy conocida en árboles frutales deciduos en la región boreal de Estados Unidos de América y Europa (Tuttle y Baker, 1968). Mullin (1984) indica que *T.urtice* se encuentra atacando cultivos de frijol, papa, maíz y algodón en el estado de Michigan, E.U.A. Doreste (1988), señala que en Venezuela *T. urticae* ataca a cultivo de tomate, melón y berenjena.

En México se encuentra una amplia distribución de ácaros fitoparásitos en todo el País (Quintanilla, 1978). Se le reporta ocasionando daños económicos en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán, y en menor

grado en Jalisco, México, Puebla, Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En Puebla, Morelos, México y Guanajuato ocasionan pérdidas en los cultivos de cacahuate, fresa y papayo (Estébanes, 1989). Ésta especie se encuentra afectando en el Estado de México la calidad de la flor en el crisantemo al deformar sus pétalos (Yáñez, 1989). Tuttle *et al.*, 1976), menciona que existe una distribución muy extensa de una gran diversidad de especies de ácaros en los estados de Puebla, Chiapas, Tamaulipas, y Estado de México. Manzano, pera, ciruelo, durazno, membrillo, nopal, entre otros en los estados de Morelos Puebla, Estado de México y Michoacán.

Estebanes (1989), reporta que *T.urticae* se encuentra atacando cacahuate, fresa y papayo en los estados de Puebla, Morelos, Guanajuato y Estado de México. Otero (1992), señala que la importancia de los ácaros fitófagos como plagas agrícolas ha ido en aumento. De ser organismos poco conocidos presentes en muchos cultivos pero de importancia secundaria, en tiempos recientes han surgido como plagas extremadamente dañinas que han obligado a tomar medidas para su control y han estimulado a desarrollar actividades de investigación para conocer diversos aspectos sobre su taxonomía, biología y ecología.

En muchos sitios alrededor del mundo y de manera casi coincidente se dio un aumento en la importancia de los ácaros a partir de la Segunda Guerra Mundial. Resultados de datos de investigación y por la experiencia de muchos agricultores, se considera que de alguna manera la generalización del uso del DDT y de otros plaguicidas sintéticos estimuló la explosión de poblaciones de ácaros en muchos cultivos (Otero, 1992).

La araña de dos puntos es una especie que presenta un amplio rango de hospederos, sin embargo, cabe mencionar que los daños o lesiones provocados son similares en todas las especies vegetales atacadas por esta plaga. Little (1972), la menciona como plaga en una gran cantidad de cultivos como: algodónero, frijol, pepino, arbustos, flores, jardines caseros, etc. Menciona además que su daño lo ocasiona al alimentarse del envés de las hojas, raspando y succionando la savia, posteriormente se cubren con una seda fina que cuando las infestaciones son severas, logran cubrir por completo la planta. La araña de dos puntos se considera una plaga importante en berenjena, calabacita, melón, pepino, tomate y fresa (Sobrino y Pacheco, 1989).

Ubicación Taxonómica

De acuerdo a Krantz (1970), *Tetranychus urticae* se ubica en los siguientes taxos:

Phyllum	Arthropoda
Subphyllum	Chelicerata
Clase	Acárida
Orden	Acariformes
Suborden	Prostigmata
Superfamilia	Tetranychoidea
Familia	Tetranychidae
Subfamilia	Tetranychinae
Tribu	Tetranychini
Genero	<i>Tetranychus</i>
Especie	<i>urticae</i> Koch.

Aspectos biológicos y de comportamiento

El primer paso importante para el conocimiento de la biología del grupo de las especies de arañitas de dos manchas fue dado a principios de los años 20's, 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 tres pares de cromosomas y partenogénesis de tipo arrhenotokia (Helle y Pijnacker, 1985).

Los tetraníquidos al alimentarse introducen sus estiletes en los tejidos de las plantas provocando un daño mecánico, el cual consiste en la remoción del contenido celular. *T. urticae* al alimentarse del contenido celular de las plantas, ocasiona la reducción del contenido de la clorofila y daño físico al mesófilo esponjoso y de empalizada, siendo que en los tejidos afectados los estomas tienden a permanecer cerrados, lo que disminuye la tasa de respiración (Sánchez *et al.*, 1979).

La mayoría de los ácaros se alimentan del envés de las hojas, cerca de la periferia ocasionan enroscamiento de los bordes, otros provocan clorosis, defoliación y daño en el fruto impidiendo que éste madure (Vera *et al.*, 1990). Puesto que el daño causado por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios dependen, generalmente de las condiciones del medio ambiente, el estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancia inyectadas (Jeppson *et al.*, 1975). En pocos días la hoja se va descoloriendo más y más, quedando verde tan solo la nervadura de la hoja para después perder enteramente su color, secarse y morir, siendo irreversibles los daños (Sánchez, 1994).

Morfología

En 1949, Cagle (citado por Nelson y Stafford, 1972) estudió el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio (y algunas observaciones de campo) y describió varios estados de vida, características de alimentación y hábitos de apareamiento. Así mismo, estudió los efectos de la temperatura sobre el período de incubación de los huevecillos, reportando que a 24 °C el período 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 promedio de vida de 28 días) y de 5 a 59 días para hembras (con un tiempo promedio de 22 días).

Huevo. La araña roja se reproduce por huevos que pone en el envés de la hoja, éstos pueden estar o no fecundados. De un huevo fecundado nacerá una hembra, de uno no fecundado un macho. El porcentaje de hembras y machos (3:1) que una población determinada ha de tener se regula automáticamente: en caso de que los machos empiecen a abundar demasiado, las hembras solo pondrán huevos fecundados de los cuales saldrán nuevas hembras, reduciendo así el porcentaje de machos (Sánchez, 1994). Los huevecillos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150 µm. Son de color traslúcidos a opaco blanquecinos y cambian de color pardo conforme se va desarrollando el embrión. Los huevecillos presentan un mecanismo especial de respiración para el intercambio de gases (Ditrich y Streibert, citados por Van de Vrie *et al.*, 1972). La superficie del corión es lisa con irregularidades. En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo (Crooker, 1985).

Motnes y Seitz (citados por Crooker, 1985), estudiando la anatomía del huevecillo, han determinado que ésta consiste en una capa granular exterior, una capa densa media y una capa interna transparente; están conectados dos estigmas embrionarios de estructura complicada a una parte altamente especializada de la membrana intermedia que cubre el embrión, que penetran la pared del huevo durante la fase contractiva de la banda germinal, esta membrana tiene numerosas perforaciones las cuales forman un plastrón de aire de 0.2 a 0.3 μ entre la pared del huevecillo y el embrión.

Larva.- Las larvas son redondas y poseen tres pares de patas, al emerger del huevo son blancas y únicamente se les notan las manchas oculares de color de color carmín. Conforme pasa el tiempo se torna 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 propodosomales anteriores (Jeppson *et al.*, 1975).

Ninfa.- Las protoninfas son ovaladas y poseen dos pares de patas. Son de color verde claro con manchas dorsales bien definidas y peritremas en forma de hoz. La deutoninfa es muy similar a la protoninfa de tal forma que resulta difícil diferenciarlas. Es ligeramente de mayor tamaño y en esta etapa de desarrollo se les puede reconocer su sexo, haciéndose los machos más alargados mientras que las hembras se redondean. Los peritremas son de forma de v, el primer tarso tiene cuatro setas táctiles próximas a la seta dúplex, en tanto que la primer tibia tiene

nueve setas táctiles y una sensorial. El tegumento es rugoso con lóbulos semi-oblongos en el filo de las arrugas (Jeppson *et al.*, 1975).

Adulto.- El macho adulto es de coloración más pálida, 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 primer tarso presenta cuatro pares de setas táctiles y dos sensoriales próximas a las dúplex proximales. La primer tibia presenta nueve setas táctiles y cuatro sensoriales. Por su parte la hembra es oblonga, más grande y de color verde olivo (Jeppson *et al.*, 1975).

Tiempo de desarrollo.

Se ha estudiado ampliamente el desarrollo de las especies de ácaros fitoparásitos utilizando diferentes plantas hospederas y se conoce que de acuerdo a las plantas utilizadas puede haber diferencias en desarrollo, reproducción, longevidad e incremento poblacional. Estas diferencias pueden estar asociadas con factores de tipo alimenticio como textura de las hojas, valor nutricional de la planta, fisiología o condiciones particulares micro-ambientales. Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por las fases inmaduras de larva, protoninfa, deutoninfa y finalmente adulto. Según Crooker (1985), el patrón de oviposición de los tetraníquidos al igual que muchos artrópodos, comprende un período corto de pre-oviposición, un rápido pico de incremento pocos días después y por último un decremento paulatino.

Crooker (1985), menciona que Cagle en 1949, observó que el tiempo de desarrollo post-embrionario está íntimamente asociado con la temperatura, tanto que a 22.8°C el desarrollo del estado larval era de un día, mientras que a 12.5°C tardaba 11 días y que el estado de protoninfa era 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.

Además de la temperatura, la humedad relativa está muy relacionada con el desarrollo del ácaro de dos manchas. Boudreaux (1958), estudió el efecto de la humedad relativa en la ovipostura, eclosión y supervivencia de seis especies de arañita roja y encontró que bajo condiciones de baja humedad (de 0 a 35 % HR), las hembras de *T. urticae* ponen más huevecillos y viven más. Este fenómeno es debido a que las condiciones anteriores ocasionan que la hembra ingiera alimento en mayor cantidad y éste se concentra más en el cuerpo por la razón de que también habrá mayor evaporación.

Mecanismo de dispersión

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. La forma y característica de la telaraña va de acuerdo a cada especie en particular. En el caso del ácaro de dos manchas, una vez iniciada la invasión de las plantas empiezan a construir telarañas de forma muy irregular en la superficie de la hoja.

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 envuelve completamente y no la deja desprenderse una vez que ésta ha muerto (Saitó, 1985). Durante el inicio de la invasión las hembras comen activamente y giran sobre el hilo que se ha formado. Una vez que han cubierto parte de la hoja con telaraña su actividad se reduce y se esconden bajo ésta en donde se alimentan y ovipositan (Gerson, 1985).

Combate químico

El combate químico es una de las formas más ampliamente utilizadas para controlar esta especie. La búsqueda de nuevos insecticidas o acaricidas y nuevos métodos de aplicación es un proceso que depende de muchos factores, incluyendo la habilidad de los insectos a desarrollar resistencia (Cochran, 1990).

Velazco y Pacheco (1968), reportan que el primer compuesto químico utilizado en invernaderos para el control de la arañita roja fue la naftalina y que posteriormente se utilizó el azúfre. Jeppson *et. al* (1975), mencionan que en la década de los 20's fueron ampliamente utilizados los aceites de petróleo en frutales deciduos y cítricos.

A partir de los años 30's se desarrollaron los primeros acaricidas orgánicos (Dinitrofenoles), que sin embargo presentaron problemas de fitotoxicidad. En los 40's

aparecen los primeros acaricidas organoclorados, los organofosforados y carbamatos aparecen en 1946 (Jeppson *et al.*, 1975).

Debido a un amplio rango de características biológicas, genéticas etológicas y de manejo se ha dado la resistencia y de aquí que existan grados variables de evolución (Georghiou, 1965). Definiéndose el término resistencia como la facultad de algunas cepas, líneas, razas o biotipos de insectos para soportar dosis de insecticidas letales a poblaciones normales. Dicha facultad resulta de la selección de individuos tolerantes de una población por la exposición a los insecticidas durante varias generaciones.

Georghiou (1965), mencionan que la velocidad a la cual una población de insectos o ácaros desarrollan resistencia por selección, dependen del grado de alteración hereditaria en la población y de la selección intensiva resultante de aplicar altas dosis y en la frecuencia de aplicación.

Avermectina

Origen

Las avermectinas son un grupo de lactonas macrocíclicas derivadas de algunos actinomicetes los cuales tienen propiedades quimioterapéuticos. Además se dice que éstas son producidas por el actinomiceto del suelo *Streptomyces avermitilis*. (Reed y Reed, 1986). El organismo que produce la avermectina fue

aislado de una muestra de suelo colectado cerca del Golfo de Kawana, Ciudad Ito en Japón por el Dr. Stoshi Omura (Burg y Stapley, 1989). Las avermectinas B₁ son el producto de la fermentación llevada a cabo por los actinomicetes (Lasota y Dybas, 1991).

Naturaleza

Las avermectinas son una familia de lactonas macrocíclicas que consisten principalmente de 4 componentes mayores (A_{1a} , A_{2a} , B_{1a} , B_{2a}), y 4 componentes menores (A_{1b} , A_{2b} , B_{1b} , B_{2b}). (Lasota y Dyvas, 1981). La avermectina B₁ es un producto de la fermentación natural de *S. Avermitilis*. Esta misma con el nombre común de avermectina fue seleccionada para usarse contra artrópodos plaga de importancia económica en la agricultura (Wislocki *et al.*, 1989). Las avermectinas son sustancias altamente lipofílicas y se disuelven en la mayoría de los solventes orgánicos tales como cloroformo, cloruro de metilo, acetona, acoholes, toluenos.

Modo de Acción

Actividad translaminar, ingestión y contacto directo. Actúa principalmente por ingestión y contacto directo. Anderson *et al.* (1986), indican que las avermectinas actúan en la unión neuromuscular de los artrópodos como agonistas del ácido gamma amino butírico (GABA) produciendo parálisis y finalmente la muerte. Las avermectinas actúan en invertebrados por la actividad de potenciación del GABA el cual es un neurotransmisor inhibitor en el sistema nervioso, funciona como un

agonista postsináptico. En la plaga esto, detiene los impulsos nerviosos necesarios para el movimiento de los músculos, quedando las plagas paralizadas y no se alimentan normalmente, muriendo en un período corto.

Este modo de acción hace que sea poco probable la resistencia cruzada con otros productos, además posee actividad traslaminar en la planta después de la aplicación, absorbiéndose rápidamente y provee a la planta de una reserva dentro del mesófilo, teniendo una larga actividad residual. La avermectina b_1 es un pesticida de relativa acción lenta (96h) cuya actividad parece ser independiente de la temperatura (15-25°C) (Abro *et al.*, 1988).

La avermectina actúa en los canales de ion cloro en el sistema nervioso central (SNC) y neuromuscular de los insectos incrementando la conductancia el ion cloro tanto en células sensitivas al GABA como en células no sensitivas al GABA. Se cree que la distribución diferencial de neuronas que utilizan al GABA (ácido gamma amino butírico) como neurotransmisor es responsable de la toxicidad selectiva de las avermectinas a invertebrados (Lasota y Dybas, 1991).

Los efectos y el tiempo de intoxicación provocados por las avermectinas son variables que dependen de la especie del insecto, estado tratado y el método de aplicación, no tiene actividad ovicida; sin embargo, puede penetrar algunos huevecillos justo antes de la eclosión e inhibir o provocar parálisis de los estados recién emergidos o la muerte inmediata después de la eclosión.

Díaz (1992), menciona que algunos de los resultados más importantes sobre la forma de acción de la avermectina es una eliminación irreversible de los potenciales postsinápticos inhibitorios (PPI), además de reducción de la resistencia de la membrana muscular, por parte de la avermectina. El tóxico incrementa la permeabilidad a los iones, cuyos potenciales de equilibrio están cercanos a los de reposo.

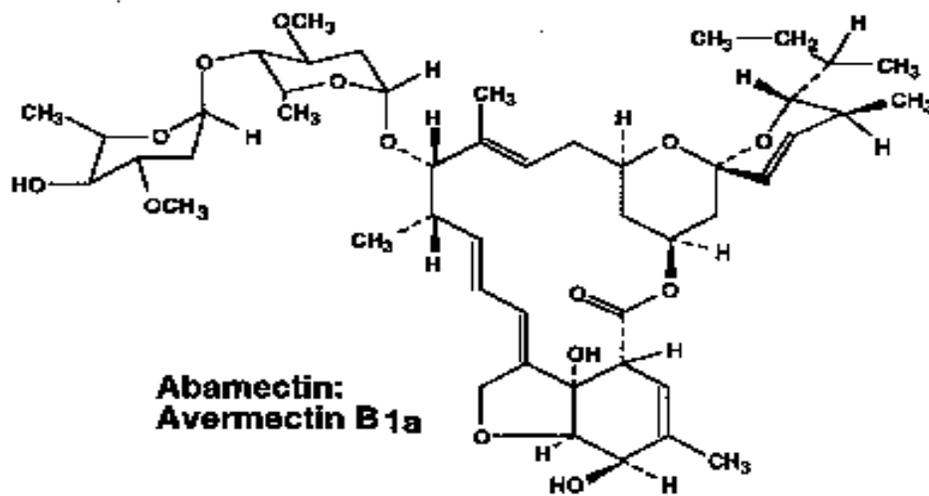


Fig. 2.1. Estructura química de la avermectina (Lasota y Dybas1991).

Dicofol

Nombre químico: 1,1,1-tricloro 2,2, bis(p-clorofenil) etanol.

Nombres comerciales: Cekudifol, Dicofol, Dicaron, Dicomite, Difol, Hilfol, Kelthane, y Mitigan.

Formula molecular: C₁₄ H₉ Cl₅ O

Fue introducido como acaricida en 1952. En 1986, su uso fue cancelado temporalmente por la EPA debido a las preocupaciones levantadas por los altos niveles de contaminación. Sin embargo, fue reinstalado cuando demostraron que los procesos de fabricación modernos pueden producir dicofol técnico conteniendo menos de 0,1% de DDT.

En México, solo puede utilizarse bajo supervisión de personal autorizado (CICOPLAFEST, 1991) es un acaricida de contacto e ingestión, que controla adultos (machos y hembras), larvas y ninfas de arañas en frutales, hortalizas, y ornamentales. Su DL₅₀ oral en ratas es 575 a 960 mg/kg, en conejos, y en ratones es 420 a 675 mg/kg. La DL₅₀ cutánea en ratas es de 1000 a 5000 mg/kg, y en conejos está entre 2000 y 5000 mg/kg.

Es un acaricida específico, por lo que no tiene efecto sobre fauna benéfica como abejas y es compatible con la mayoría de los insecticidas y funguicidas

excepto con los de fuerte reacción alcalina. El dicofol puro es un sólido cristalino blanco. El dicofol técnico es de color rojo marrón o líquido viscoso ambarino.

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.

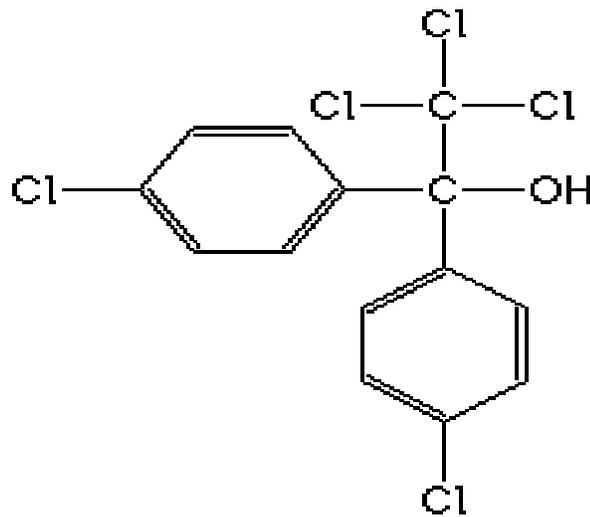


Fig. 2.2. Estructura química del dicofol (Thomson, 1994).

Oxido de fenbutatín

Nombre químico: bis (tris(2-methyl-2-phenylpropyl)tin) oxide

Nombres comerciales: Torque, Fenbutatín WG, Fenbutatín SC.

Formula molecular: C₆₀ H₇₈ OSn₂

Modo de acción

El óxido de fenbutatín es un compuesto organoestano que trabaja inhibiendo la síntesis de ATP, Es un producto ligeramente tóxico por las rutas oral y cutánea. Es altamente irritante a la piel, ojos, y tracto respiratorio. Es un acaricida específico el cual posee niveles altos por un extenso período de tiempo. Es activo contra ácaros resistentes a insecticidas organofosforados e hidrocarbano clorinado resistente a la acción de precipitación y a la luz solar. No se ha observado fitotoxicidad en un amplio rango de cultivos.

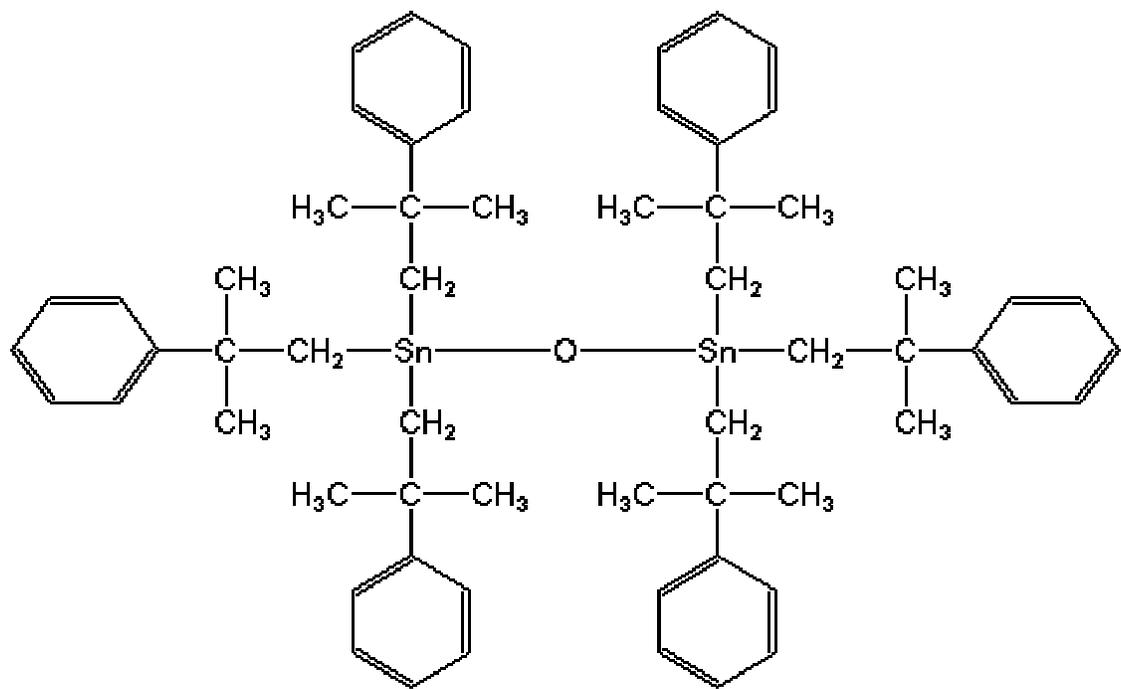


Fig. 2.3. Estructura química del óxido de fenbutatín (Meisterpro, 2002).

Naled

Nombre químico: 1,2 - dibromo - 2,2, dicloroetil dimetil - fosfato.

Nombres comerciales: Naled 90, Corey 900 CE,

Formula molecular: $C_4 H_7 Br_2 Cl_2 O_4 P$

El naled fue introducido en 1956. La acción contra arañas es especialmente adulticida y sobre fases más o menos avanzadas. El naled 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). La DL₅₀ oral en rata es de 430 mg/kg, DL₅₀ dérmica es de 110 mg/kg.

Modo de acción

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 (Matsumara, 1985 y 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 (Cremlyn, 1995).

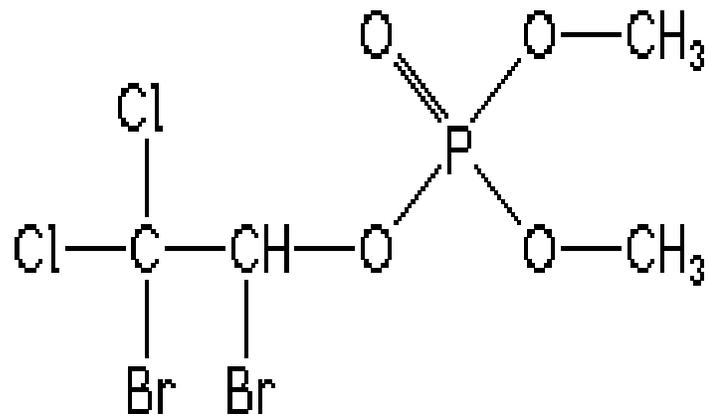


Fig. 2.4. Estructura química del naled (Thomson, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La investigación consistió en una serie de bioensayos con el fin de determinar la tolerancia de una cepa de *T. urticae* de laboratorio a los acaricidas avermectina, dicofol, óxido de fenbutatín y naled. Dicha investigación se desarrolló durante el período de enero a junio del 2004. El incremento del material biológico se realizó en hojas de frijol de tal manera que cuando ya se tuvo el material biológico suficiente dio inicio los experimentos.

Manejo de las Muestras

El material biológico se mantuvo en una cámara de emergencia a una temperatura de 25 ± 2 °C y una humedad relativa de que va de 45 - 60 %. Sucesivamente se infestaron plantas de frijol variedad pinto americano en vasos de nieve seca, utilizando como sustrato un material rico en materia orgánica.

Para mantener periódicamente colonias de ácaros para los bioensayos, se procedió a realizar siembras escalonadas de frijol bajo las mismas condiciones ya mencionadas. Manteniendo adecuadamente la humedad del sustrato a base de riegos frecuentes.

Establecimiento de los bioensayos

Los bioensayos realizados fueron por el método de inmersión en hoja (FAO, 1974); que consiste en sumergir la hoja de frijol con ácaros durante cinco segundos en una solución tratada previamente con un acaricida, usando agua como solvente y un adherente (bionex). Se prepararon soluciones madres de cada acaricida y una serie de diluciones a partir de cada solución madre como aparece en el cuadro 3.1, en conjunto con el adherente (bionex).

Se seleccionaron hojas de frijol vigorosas y que rebasara el mínimo de treinta ácaros. Antes de sumergirlas los cinco segundos en cada tratamiento, se recortó el borde de cada hoja para evitar el escape de los mismos y se hizo el conteo previo en el microscopio de disección.

Una vez tratadas las hojas se colocaron en papel periódico y se esperó a que secaran para acomodarlas en las charolas de plástico, las cuales contenían una esponja saturada de agua de tal modo que los ácaros no se fueran ahogar. Posteriormente se registraron los datos (dependiendo del producto) a las 24, 48, 72, 96, 120 horas después de la aplicación.

Cuadro 3.1. Concentraciones en ppm utilizadas en los bioensayos para determinar la CL₅₀ de los diferentes acaricidas sobre individuos de *T.urticae*.

PRODUCTOS			
avermectina (1.8%)	dicofol (17.5%)	naled (60 %)	óxido de fenbutatín (46.6%)
Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
0.5	500	500	500
1	1000	1000	1000
2	2000	1500	2000
3	2500	2000	3000
4	3000	2500	4000
5	3500	3000	5000
6		3500	6000
7			6500
8			

Criterio de muerte

Entre los criterio de muerte tomado para esta investigación fue: incapacidad de desplazarse al menos una distancia equivalente a la longitud de su cuerpo, que presentaran una coloración rojiza y que no respondieran a estímulos.

Los datos de mortalidad que se observaron fueron corregidos mediante la fórmula de Abbott ante la presencia de mortalidad en el testigo. Dicha fórmula se expone a continuación:

$$M = \left[\frac{Y - X}{X - 100} \times 100 \right]$$

Donde:

Y = % de mortalidad en el tratamiento.

X = % de mortalidad en el testigo.

M = Mortalidad corregida en porcentaje.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por el sistema de análisis de máxima verosimilitud, usando el paquete PCProbit computarizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de cada uno de los productos utilizados en cada bioensayo que se realizó y su respectiva discusión. Esto con la finalidad de tener una secuencia más lógica, más concisa, en la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.

Avermectina

Es un producto de acción lenta 96 horas (Abro *et al.*, 1988), y además es traslaminar, es decir que atraviesa los tejidos vasculares, es por ello que se tomaron datos de mortalidad a cada 24 horas durante cinco días (cuadro 4.10 del apéndice), y de estos resultados se obtuvo la CI_{50} , (Cuadro 4.1). Como se puede observar la CI_{50} de avermectina fue de 3.13, 1.86, 1.05, 0.53 y 0.21 ppm, a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas respectivamente. La baja CI_{50} obtenida nos indica que se trata de un producto de acción muy efectiva. Algunas investigaciones realizadas en años anteriores indican resultados similares. (Flores *et al.*, 2000) evaluando bajo condiciones similares a esta investigación obtuvo una CI_{50} de 0.19 y 0.36 ppm, a las 48 y 72 horas respectivamente, usando hojas de frijol. (Landeros, *et al.*, 2002) obtuvo a las 72 horas una CI_{50} de 0.35 ppm, utilizando como sustrato hojas de fresa.

En la figura 4.1, se presentan las líneas de respuesta dosis-mortalidad de la avermectina a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas respectivamente. Como se puede

observar, el rango de mortalidad varió de 10 al 95 % a concentraciones de 0.014 hasta 15.55 ppm.

Cuadro 4.1. Concentración letal, límites fiduciales y CI_{95} . de la avermectina usado contra *Tetranychus urticae* en hojas de frijol.

avermectina	CI_{50}	Límites Fiduciales		CI_{95}
		LFI	LFS	
24 hrs.	3.1287	2.8449	3.4255	19.7473
48 hrs.	1.8587	1.6349	2.0831	15.2886
72 hrs.	1.0483	0.8818	1.2123	8.8870
96 hrs.	0.5266	0.03723	0.68115	9.1735
120 hrs.	0.2181	0.0951	0.3616	7.0278

Además también se observa que las líneas de respuesta concentración - mortalidad a las 24, 48 y 72 horas tienden a presentar la misma la misma inclinación, es decir tienen una ligera inclinación, mientras que las líneas de concentración mortalidad de las 96 y 120 horas que tienden a juntarse entre sí y con la de 72 horas, éstas últimas presentan mayor inclinación pero en general presentan heterogeneidad en cuanto a la respuesta de la población.

En la figura 4.2, se muestran las concentraciones letales de la avermectina a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas y sus límites fiduciales en forma gráfica. Como se puede observar, no existe traslape de límites fiduciales en ningún punto, por lo que estadísticamente el comportamiento es diferente.

Figura. 4.1

[Figura 4.2](#)

Cuadro 4.2. Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para avermectina a diferentes horas de exposición.

avermectina	r²	x²	GI	Probabilidad
24	0.9666	0.0027	7	0.995
48	0.9452	0.0015	7	0.995
72	0.9056	0.0053	7	0.995
96	0.9336	0.0074	7	0.995
120	0.9672	0.0007	7	0.995

Con respecto al cuadro 4.2 donde se muestran los valores de la correlación de la regresión (r^2) estimadas para avermectina son altos, lo que implica que son muy aceptables ya que tienden a que las líneas sean bien definidas. En lo que respecta a la bondad de ajuste de la ji-cuadrada(x^2), en general presentan valores que alcanzan un alto nivel de probabilidad de 99.5 % de confianza.

Dicofol

Es un producto organoclorado, del cual se tomaron datos de mortalidad a cada 24 horas durante tres días (cuadro 4.11 del apéndice). Dichos resultados fueron analizados mediante el método de Probit (máxima verosimilitud). Como puede observarse, la Cl_{50} fue de 1109.55,749.76 y 646.41 ppm, a las 24,48 y 72 horas respectivamente (cuadro 4.3). Estudios realizados anteriormente indican que existe similitud en los resultados. Schiffahuer y Mizzell (1988), trabajando bajo condiciones similares a esta investigación obtuvo una Cl_{50} de 655 ppm, por lo que no existe mucha diferencia. Por su parte (Dennehy *et al.*, 1968), reportaron una Cl_{50} de 700

ppm, la cual se encuentra más cercana a la que se encontró en esta investigación. Por otro lado, estudios realizados por (Martison *et al.*, 1991), reportaron una CI_{50} de 911 ppm y Kensler y Streu (1967) al hacer estudios con este mismo acaricida reportan una CI_{50} de 450 ppm, estos últimos no concuerdan plenamente con los resultados obtenidos en esta investigación, sin embargo poco se sabe sobre las condiciones en que se desarrollo este trabajo.

Cuadro 4.3. Concentración letal, limites fiduciales y CI_{95} . del dicofol usado contra *Tetranychus urticae* en hojas de frijol.

dicofol	CI_{50}	Límites Fiduciales		CI_{95}
		LFI	LFS	
24 hrs.	1109.5464	1008.5697	1215.1147	3493.3448
48 hrs.	749.7616	658.1224	840.1016	3211.6781
72 hrs.	646.4108	558.4713	728.0409	2707.4128

En la figura 4.3 se muestran las líneas de respuesta concentración-mortalidad del dicofol a las 24, 48 y 72 horas respectivamente, en un rango de mortalidad del 10 al 95 % y se encuentra en concentraciones de 266.46 hasta 2898.74 ppm. Como se puede observar, las líneas tienen una ligera inclinación y ocupan posiciones normales respecto una de otra, siendo el comportamiento de la población de manera homogénea para el dicofol.

Figura 4.3.

Figura 4.4.

En la figura 4.4 se comparan las concentraciones letales del dicofol a las 24,48 y72 horas y sus límites fiduciales en forma gráfica, se puede observar con claridad que estadísticamente son iguales los efectos del dicofol a las 48 y 72 horas, puesto que hay traslape de límites fiduciales, pero son diferentes a las 24 horas.

Cuadro 4.4. Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para dicofol a diferentes horas de exposición.

dicofol	r²	x²	GI	Probabilidad
24	0.9889	0.0192	3	0.995
48	0.9839	0.0124	2	0.995
72	0.9001	0.0268	2	0.995

Como de puede observar en el cuadro 4.4, se muestran los valores del coeficiente de correlación (r^2), de la ji-cuadrada (x^2) y la probabilidad con los respectivos grados de libertad. Los valores de la correlación para dicofol se consideran altos, tendiendo a una recta bien definida. En cuanto ala probabilidad de ocurrencia los valores de la ji-cuadrada son bajos en comparación con los valores de tabla, por lo que se consideran confiables con una buena línea de regresión.

Oxido de fenbutatín

En lo que se refiere al óxido de fenbutatín que es un producto organoestanoeso que actúa inhibiendo la síntesis de ATP, se tomaron datos de

mortalidad a las 24 y 48 horas. (cuadro 4.12 del apéndice), de estos resultados se obtuvo la Cl_{50} (cuadro 4.5). Como se puede observar , la Cl_{50} del óxido de fenbutatín fue de 2994.4, 52.98 ppm, a las 24 y 48 horas respectivamente. Esto significa que sigue siendo efectivo contra la arañita de dos puntos. No obstante resultados de investigaciones de la Cl_{50} de 1177 ppm (Tian *et al.*, 1992), no concuerdan con la obtenida en esta investigación, mucho menos concuerdan con la Cl_{50} de 6969 ppm que reportó (Goodwin *et al.*, 1995).

Algunos aspectos que se comprobaron y que pueden influir en que no haya similitud en los resultados pueden ser, el tamaño de la muestra, el trabajar con una línea susceptible, el criterio de mortalidad, el estado en que se encuentre el ácaro, el tiempo de exposición del ácaro con el producto, el procedimiento del bioensayo y el tipo de bioensayo (Robertson *et al.*, 1984, Champ y Dyte, 1979).

Cuadro 4.5. Concentración letal, limites fiduciales y Cl_{95} . del óxido de fenbutatín usado contra *Tetranychus urticae* en hojas de frijol.

Límites Fiduciales				
óxido de fenbutatín	Cl_{50}	LFI	LFS	Cl_{95}

24 hrs.	2994.4092	2551.5396	3529.6534	112906.50
48 hrs.	52.9824	3.1362	5.5433	143.6577

En la figura 4.5 se muestran las líneas de respuesta concentración mortalidad de *Tetranychus urticae* al óxido de fenbutatín a diferentes horas de exposición. Como se puede observar, las líneas de comportamiento de la población ocupan posiciones que abarcan tres ciclos logarítmicos, a las 24 y 48 horas respectivamente. Además presentan mucha inclinación una población heterogénea.

En la figura 4.6 se dan a conocer las concentraciones letales y sus respectivos límites fiduciales de las líneas de respuesta de *T. urticae* al acaricida óxido de fenbutatín a las 24, 48 y 72 horas respectivamente de una forma gráfica. Como se puede observar, no existe traslape de sus límites fiduciales por lo son muy diferentes.

Figura 4.5.

[Figura 4.6.](#)

En el cuadro 4.6 se dan a conocer los valores del coeficiente de correlación (r^2), la ji-cuadrada (χ^2) y la probabilidad del bioensayo. En general los valores de correlación para el óxido de fenbutatín son buenos, ya que se encuentran de 0.85 en adelante y mientras más se acerquen al uno la línea de comportamiento tiende a ser una recta perfecta. Lo que significa que lo observado es similar a lo esperado con una probabilidad del 95.5 %.

Cuadro 4.6. Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para óxido de fenbutatín a diferentes horas de exposición.

óxido de fenbutatín	r^2	χ^2	GI	Probabilidad
24	0.9051	0.0025	6	99.5 %
48	0.8572	0.0282	5	99.5 %

Naled

En cuanto al naled que es un producto organofosforado y tiene poca residualidad, pues se pierde rápidamente en el ambiente y por su poca persistencia no puede ser ovicida (Barberá, 1976). Por lo que para este acaricida los datos que se utilizaron para el análisis Probit fueron los que se tomaron a las 24 horas (cuadro 4.13 del apéndice). De estos resultados se obtuvo la Cl_{50} (cuadro 4.7). como se puede observar, la Cl_{50} que se encontró a las 24 horas es de 1014.76 ppm.

Investigaciones realizadas en Brasil, no concuerdan con las que se encontraron en esta investigación. (Sato *et al.*,2000), reportan una CI_{50} de 383 y 258 ppm, datos que se encuentran por debajo de la CI_{50} que se encontró en esta investigación. Este mismo autor y en este mismo año, en estudios realizados con naled en *T. urticae* reporta una CI_{50} de 1146 ppm, lo que indica que no existe mucha diferencia con la CI_{50} de 1014.76 ppm que se encontró en la presente investigación.

Cuadro 4.7. Concentración letal, límites fiduciales y CI_{95} del naled usado contra *Tetranychus urticae* en hojas de frijol.

naled	CI_{50}	Límites Fiduciales		CI_{95}
		LFI	LFS	
24 hrs.	1014.7606	911.1842	3529.6534	1113.7030

En la figura 4.7 se muestra la línea de respuesta concentración-mortalidad de *T. urticae* a naled durante 24 horas de exposición. Como se puede observar la línea se encuentra ligeramente inclinada, puesto que ocupa dos ciclos logarítmicos, lo que significa que la población responde rápidamente de una forma homogénea.

En la figura 4.8 se da a conocer una representación gráfica de la concentración letal y los límites fiduciales del naled a las 24 horas. Estos límites van desde 911.18 hasta 1113.70 ppm, límite fiducial inferior y límite fiducial superior respectivamente.

[Figura 4.7](#)

Figura 4.8

Cuadro 4.8. Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad estimada para óxido de fenbutatín a diferentes horas de exposición.

naled	r^2	χ^2	GI	Probabilidad
24 hrs.	0.9590	0.0164	4	0.995

En lo que respecta al cuadro 4.8 que muestra el coeficiente de correlación (r^2), la ji-cuadrada (χ^2), con la probabilidad de acuerdo a los grados de libertad del bioensayo realizado con naled. Como se puede observar el coeficiente de correlación es alto, lo que indica que lo observado es similar a lo esperado, ajustándose a una buena línea de comportamiento que tiende a ser una recta perfecta, con una probabilidad del 99.5% con 4 grados de libertad.

En el cuadro 4.9 se muestran la proporción de tolerancia de cada producto sobre *Tetranychus urticae*. En él se puede observar la cantidad que se necesita de cada producto utilizado para tener el mismo efecto de mortalidad del 50 % de la población respecto uno del otro. La cual resulta de la relación que existe del producto más alto y el más bajo.

Cuadro 4.9. Proporción de tolerancia sobre *T. urticae* a avermectina, dicofol, óxido de fenbutatín y naled.

Producto Cl₅₀ ppm.	naled	dicofol	óxido de fenb.	avermectina
	1014.7606	646.4108	58.0364	0.2181
avermectina 0.21 81	4652.7309	2963.8276	266.0999	X
óxido de fenb. 58.0364	17.4849	11.1380	X	
dicofol 646.4108	1.5698	X		
naled 1014.7606	X			

CONCLUSIONES

De acuerdo a los procedimientos realizados se concluye que la avermectina resulta ser el producto más tóxico, seguido por óxido de fenbutatín, dicofol y naled a la población de *T. urticae* de laboratorio utilizada.

La CI_{50} de la avermectina, óxido de fenbutatín, dicofol y naled fue de 0.21, 58.03, 646.41 y 1014.76 ppm a las 120, 48, 72 y 24 horas de exposición. La avermectina es un producto de acción muy lenta que los demás pero más efectiva.

LITERARURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A Meted of Computing the Effectiviness of an Insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Abro, G. G. , R. A. Dybas, A. ST. J. Green and D. J. Wright. 1988. Toxicity of Avermectin B1 Against a Susceptible Laboratory Strain and an Incecticide - Resistant Strain of *Plutella xilostella* (Lepidóptera: Plutellidae) J. Ecomom. Entomol. 81 : 1575 – 1580.
- Alonso, E.J. 1982. Manual Fitosanitario de los Principales Cultivos de la Comarca Lagunera. S.A.R.H. México.
- Anderson, T. E. , J. R. Babu, R. A. Dybas and H. Mehta. 1986. Avermectin B1 : Ingestion and Contact Toxicity Against *Spodoptera eridania* and *Heliothis virescens* (Lepidóptera: Noctuidae) and Potentiation by Oil and Piperonil Butoxide J. Econ. Entomol. 79: 197 _ 201.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3ª. Edición. Edit. OMEGA. Barcelona, España. PP 43-45.
- Boudreaux, H.B. 1958. The effect of relative humidity on egg – laying, hatching, and survival in various spider mites. Jour. Insect. Physiol. 2: 65-72.

- Burg, R. W. and E. O. Stapley. 1989. Insolation and Characterization of the Producing Organism. In: Ivermectin and Abamectin. W. C. Campbell, Ed. Springer Verlag. New York, U. S . A. pp. 24-25, 28.
- Champ, B. R. and C. E. Dyte. 1976. Informe de la Prospección Mundial de la FAO sobre la Susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Colección FAO: producción y protección vegetal. No 5.
- CICOPLAFEST. 1991. Catalogo Oficial de Plaguicidas 1991. Comisión Intersecretarial Para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Toxicas. SARH-SEDUE-SS-SECOFI. 469 p.
- Cochran, G.D 1990. Eficacy of abamectin fedto german cochroaches (Dyctioptera:Blatellidae) resistan to pyretroids. J. Econ. Entomol. 84(4): 1243 – 1245.
- Cone, W.W. 1979. Pheromones of *Tetranychidae*. In Recents advances of Acarology. Vol. II. G.J. Rodriguez, ed. Academic Press Inc. New York.
- Crooker, A. 1985. Embryonic and Juvenile Development. En, Helle W. y W.M. Sabelis Edits. : Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1a. Elsevier Sci. Publ. Co. pp 149-160.

- Cruz, M.P. 1984 Acaros fitófagos de los principales cultivos de México. En, G. J. Vera, E. Pardo y A. Lagunes Edits. : Colegio de Postgraduados Chapingo, México. pp 255-259.
- Dennehy, T. J. and T. J. Glover. 1988. Genetic analysis of dicofol resistance en twospotted spider mite from New York Apple Orchards. Jour. Econ. Entomol. 81 (5): 1271 1276 pp.
- Díaz, O. G. 1992. Susceptibilidad de la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella* (Lepidóptera: Yponomeutidae) a Insecticidas Organosintéticos y Microbiales. Tesis de Maestria Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología Chapingo, México p. 100.
- Doreste, S. E. 1988. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). San José, Costa Rica. 410. p
- Dybas, R. A. 1989. Abamectin Use in Crop Protection. In: Ivermectin and Abamectin. W. C. Campbell Ed. Springer Verlag. New York, U.S. A. pp. 288 – 305.
- Estébanes, M. L. 1989. Acaron en frutales del estado de Morelos. Instituto de biología de la UNAM. Y Dirección General de Sanidad y Protección Forestal SARH México D.F. p 360.

FAO(1974). Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides. FAO Plant Protection Bull. 27: 29-32.

Flores, A.E., J. Landeros and M. H. Badii. 2000. Evaluation of populations parameters of *Tetranychus urticae* exposed to avermectin. Southwestern Entomologist. 25: (4) 287 – 293 pp

Georghiiou, G.P.1965. Genetic studies on insecticides resistance. Adv. Pest Control Res. 6: 171 – 230. pp.

Gerson, V. 1985. Webbing. En Helle and Sabelis. Edits: Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol: 1 Elsevier Sci. Publ. Co. pp 223-230.

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. Journal of Economic Entomology. 88 (5): 1106 – 1112. pp

Gould, M.J. 1987. Protected Crops, Burn A.J., T.H Croaker y P.C Jepson, Edits: Integrated Pest. Management. Academic Pres. Pp 404-405.

- Hassall, K. A. 1990. The biochemistry and uses of pesticides. 2^a Edition. Mac Millan Press Ltd. Houndmills and London. 536 p.
- Helle, W. y L.P, Pinacker. 1985. Parthenogenesis, chromosomes and sex. En tiell y Sabelis, Edits: Spider mites Biology, Natural Enemies and control and Control. Vol.1: Elsevier. Sci. Pub. Co. pp, 129-138.
- Jepson, L. R., H.H. Keifer, y E.W. Baker. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. p 614.
- 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) pp. 1073 – 1078.
- Krantz, G.W. 1970. A. Manual of Acarology. P 509. Oregon State University. Book Stores Inc.
- Kremlin, R. 1995. Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica. Edit. Limusa. Noriega Editores. 115.pp.
- Lagunes, T. A. y C. M. Rodríguez. 1988. Combate Químico de Plagas Agrícolas en México. Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. México. pp. 31-38.

- Landeros. .J., N. Mora., M. Baddi., P.A. Cerda and A. E. Flores. 2002. Effect of sublethal concentrations of avermectin on populations parameters of *Tetranychus urticae* on strawberry. *Southwestern Entomologist*. Vol. 27 No. ¾. Pp.283 – 289.
- Lasota, J. A. and Richard.A.D. 1991. Avermectins, a Novel Class of Compounds: Implications for Use in Arthropod Pest Control. In: *Annu. Rev. Entomol.* 36: 91-117. pp.
- Luna, B. J. 1993. Determinación de líneas de respuesta Dosis – Mortalidad del ácaro *Tetranychus urticae*. A acaricidas en la zona de Abasolo Guanajuato. Tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.
- MacGregor, R. and O. Gutiérrez. 1983. Guía de Insecto Nocivos para la Agricultura en México. Alhambra Mexicana, S.A. México. p 166.
- 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.
- Matsumara, E. 1985. Toxicology of Insecticides. 2^a Edition. Plenum Press. New York and London. 598 p.
- Meisterpro, I. R. 2002. Farm Chemicals . Handbook.

- Mullin, C.A. 1984. Host – related Alterations of Detoxification enzymes in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Environment Entomology*. 12 (4). 1278-1282.
pp.
- 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.
- Ochoa, et. al. 1991. Ácaros Fitófagos de América Central: Guía ilustrada. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 251 p.
- Otero, C:G. 1992. Manejo Fitosanitario de Hortalizas en México. En S. Anaya, N. Bautista y B. Domínguez Edit. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
pp. 136 – 151.
- Quintanilla, H. R. 1978. Acaros Fitófagos. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 344p.

- Reed, D. K. and G. L. Reed. 1986. Activity of Avermectin B₁ Against the Striped Cucumber Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) . J. Econ. Entomol. 79: 943-947. pp.
- Robertson, J. L., K. C. Smith, N. E. Savin, and R. L Lavigne. 1984. Effects of Dose Selection and Sample Size on the Precision of Letaal Dose Estimates in Dose-mortality Regresión. J. Econ. Entomol. 77. 833-837.
- Saitó, Y. 1985. Life Types of Spider Mites. En Helle W.y M.W. Sabelis (Editores). Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1a. Elviesier Science Publishing Company. 253-264.pp.
- Sánchez, G. F. 1994. Control Biológico de Plagas en Invernadero. Agroguías Mundi Prensa. Pp 17-21.
- Sánchez, F.V., J.A.W. Gimán and I.P. Ting. 1979. Morfhological responses of strauwberry leaves to infestations of twospotted spider mite. J. Econ. Entomol. 72: 710-713.
- Sanderson, J. P., M. P. Parrella and J.T. Trumble. 1989. Monitoring Insecticide Resistance in Liriomyza trifolli (Diptera: Agromizidae). With Yellow Sticky Cards. J. Econ. Entomol. 82: 1011-1018. pp.

Sato, M. E. , C.M. Passerotti, A.P. Takematsu, M.F. de Souza Filho, M.R. Potenza, A.P. Sivieri.2000. Centro Experimental do Instituto Biológico. Centro de Sanidade Vegetal. Campinas, SP, Brasil.

Schiffhauer, D. E. and R. F. Mizell III. 1998. Behavioral response and mortality of nurse populations of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) to residues of six acaricidas. *Journals. Econ. Entomol.* Vol. 81(4) pp 1156 - 1162.

Sobrino, I.E y V.E. Pacheco. 1989. Tratado de horticultura herbácea, hortalizas de flor y de fruto. Aedos. Barcelona, España. P 151.

Teliz, O.D. y F.J. Castro. 1973. El cultivo de la fresa en México. Folleto de divulgación No. 48. INIA – CIAB. México.

Tian, T.; Grafton-Cardwell, E.E.; Granett, J. Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to cyhexatin and fenbutatin-oxide in California pears. *J. Econ. Entomol.*, v.85, p. 2088-2095, 1992.

Tuttle, M.D., E. W. Baker and J.M. Abbatiello. 1976. Spider mites of México (Acari: Tetranychidae). *Internacional Journal of Acarology*. 2 (2). P.O. Box. 9096. Oak Park. Michigan. 48237 U. S. A. 109 p.

- Tuttle, M.D. y E.W. Baker. 1968. Spider Mites of Southwestern United States. And a revision of the family Tetranychidae. The University Arizona Press. 129 pp.
- Van de Vrie, J.A. McMurtry and C.B Huffaker. 1972. Biology, ecology, and pest status an host-plants relations of tetranychids. In ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. Hilgardia. Vol. 41: 343-432.pp
- 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 pp.
- Wislocki, P. G., L. S. Grasso and R. A. Dybas. 1989. Environmental Aspects of Abamectin Use in Crop Protection. In: Verlag. New York, U. S. A. pp. 185-200.
- Yañez, A.G. 1989. Respuesta de 6 variedades de crisantemo (*Crisanthemum morifolium* Ramat). Al ataque de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Dpto. de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México.

APÉNDICE

Cuadro 4.10. Mortalidad de individuos de *T. urticae* a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con avermectina, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la Cl_{50} .

Trat. Ppm	24hrs.				48 hrs.			72 hrs.			96 hrs.			120 hrs.				
	Prec.	V	M	%M.	V.	M.	%M.	V.	M.	%M.	V	M	%M.	Mc%	V	M	%M	Mc.%
Testigo	169	169	0	0	169	0	0	169	0	0	168	1	0.59	0.00	149	20	11.83	0.00
0.5	123	118	5	4.07	106	17	13.82	89	34	27.64	53	70	56.91	56.65	33	90	73.17	69.57
1	132	115	17	12.88	88	44	33.33	64	68	51.52	51	81	61.36	61.13	29	103	78.03	75.08
2	172	123	49	28.49	94	78	45.35	58	114	66.28	42	130	75.58	75.44	26	146	84.88	82.86
3	132	69	63	47.73	48	84	63.64	33	99	75.00	24	108	81.82	81.71	20	112	84.85	82.82
4	177	77	100	56.50	47	130	73.45	22	155	87.57	16	161	90.96	90.91	15	162	91.53	90.39
5	212	58	154	72.64	35	177	83.49	15	197	92.92	12	200	94.34	94.31	10	202	95.28	94.65
6	215	52	163	75.81	33	182	84.65	12	203	94.42	10	205	95.35	95.32	7	208	96.74	96.31
7	128	30	98	76.56	18	110	85.94	6	122	95.31	5	123	96.09	96.07	2	126	98.44	98.23
8	263	40	223	84.79	12	251	95.44	4	259	98.48	3	260	98.86	98.85	0	263	100	100

Cuadro. 4.11. Mortalidad de individuos de *T. urticae* a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones de dicofol, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} .

Trat. ppm	Prec. Tot.	24 Hrs			48 Hrs.			72 Hrs.			
		Viv.	M	%M.	Mc%	Viv.	M	%M	Viv.	M	%M
Testigo	133	132	1	0.75	0.00	132	0	0.00	132	0	0.00
500	108	96	12	11.11	10.44	72	36	33.33	64	44	40.74
1000	107	65	42	39.25	38.79	47	60	56.07	40	67	62.62
2000	112	15	97	86.61	86.51	5	107	95.54	1	111	99.11
2500	107	5	102	95.33	95.29	0	107	100.00	0	107	100.00
3000	111	0	111	100	100	0	111	100.00	0	111	100.00
3500	109	0	109	100	100	0	109	100.00	0	109	100.00
4000	109	0	109	100	100	0	109	100.00	0	109	100.00

Cuadro 4.12. Mortalidad de individuos de *T. urticae* a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con óxido de fenbutatín, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la CI_{50} .

Trat. ppm	Pre Tot.	24 Hrs.			48 Hrs.			
		Viv.	M.	%Mort.	Mc%	Vivos	M.	%M.
Testigo	130	124	6	4.62	0.00	124	0	0
500	153	105	48	31.37	28.05	23	130	84.97
1000	143	100	43	30.07	26.68	11	132	92.31
2000	137	95	42	30.66	27.30	7	130	94.89
3000	135	95	40	29.63	26.22	5	130	96.30
4000	158	80	78	49.37	46.91	5	153	96.84
5000	240	75	165	68.75	67.24	5	235	97.92
5000	265	75	190	71.70	70.33	3	262	98.87
6500	420	45	375	89.29	88.77	2	418	99.52

Cuadro 4.13. Mortalidad de individuos de *T. urticae* a diferentes horas después de la exposición a diferentes concentraciones con naled, por el método de inmersión en hojas de frijol para obtener la Cl_{50} .

Trat. ppm	24 hrs.			
	Vivos	M	%M	Mc%
Testigo	321	7	2.13	0
500	88	43	32.82	31.36
1000	147	73	33.18	31.73
1500	211	224	51.49	50.44
2000	29	170	85.43	85.11
2500	13	382	96.71	96.64
3000	2	256	99.22	99.21

