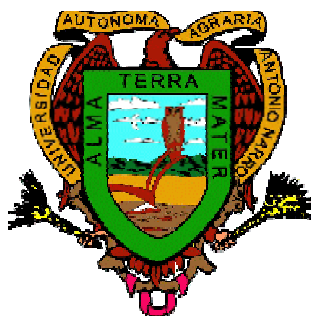


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRÍCOLA**



**Mezcla de acaricidas de diferentes grupos toxicológicos sobre  
*Tetranychus urticae* Koch bajo condiciones de laboratorio.**

**POR**

**GUSTAVO MOO CANUL**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**Mezclas de acaricidas de diferentes grupos toxicológicos sobre  
*Tetranychus urticae* Koch bajo condiciones de laboratorio.**

**POR**

**GUSTAVO MOO CANUL**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO**

**APROBADA POR:**

**EL PRESIDENTE DEL JURADO**

-----  
**DR. JERONIMO LANDEROS FLORES**

**ASESOR**

**ASESOR**

-----  
**M.C. ERNESTO CERNA CHAVEZ**

-----  
**ING. CARLOS ENRIQUE AIL CATZIN**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

-----  
**M.C. ARNOLDO OYERVIDEZ GARCIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre de 2005**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A MIS ASESORES**

**AI Dr. JERONIMO LANDEROS FLORES**, por su colaboración y orientación para la realización de esta investigación, y sus valiosos consejos.

**AI M.C. ERNESTO CERNA CHAVEZ**, por su valioso tiempo y dedicación a la revisión de este trabajo.

**AI ING. CARLOS ENRIQUE AIL CATZIN**, por el apoyo recibido en la supervisión de este trabajo.

### **A MI UNIVERSIDAD ANTONIO NARRO**

Que me abrió sus puertas y permitirme formarme profesionalmente dentro de ella.

## **DEDICATORIA**

**A Hunab Ku'j**, por darme todo en la vida, muéstrame el sendero para estar cerca de ti cada día más. Y no dejes que las olas me arrastren ni mucho menos que el viento me lleve donde quiera, me gusta siempre ser soñador y con cualidades de imaginación y vigor en la emoción, QUIERO SER SIEMPRE JOVEN concédeme el temple de voluntad, fe, confianza en mi mismo y esperanza y nunca reine en mi, dudas, temores, desesperación y escepticismo para que no me llamen nunca... nunca VIEJO.

**PORQUE:** La juventud no es una etapa de la vida.

Es un estado mental

Nadie envejece tan solo por vivir un número de años

La gente envejece solo cuando abandona sus ideales

### **A MIS PADRES:**

**CARLOS MOO HUCHIN  
MARCELINA CANUL MOO**

A ustedes sin esperar nada a cambio dan su vida y su tiempo por proporcionar lo mejor a sus hijos para que tengan un futuro cómodo, los quiero mucho

### **A TI PADRE**

Por ser una persona muy especial en mi vida, por tus esfuerzos y sacrificios y por que siempre te preocupaste y te ocupaste de mi muchísimas gracias PAPA.

### **A TI MADRE**

Por ser lo mas hermoso y maravillo de tenerte a ti madre, aunque físicamente hemos convivido muy poco pero siempre estás en mi corazón y en mi mente.

Tu me diste la vida, tu cariño, tu protección, desvelos y sacrificios sin importar la magnitud de peligro siempre..... siempre me brindaste protección, por todo GARCIAS MADRE MIA.

### **A MI FAMILIA**

Con todo cariño para todos los integrantes de mi familia que siempre me brindaron ayuda y comprensión sin pedir nada a cambio.

### **A MI ÚNICO HERMANO**

A ti que siempre estuviste atento de todo, por tu ayuda incondicional.

Juntos aprendimos a vivir, crecimos como cómplices y amigos incondicionales. HERNAN ( JUAN )... doy gracias infinita a HUNAB KU'J por habernos hecho hermanos. Muchas... muchas gracias amado hermano.

### **A TI KARINA**

Una persona muy especial para mi, a penas el comienzo de una nueva etapa de la vida.

### **A MIS AMIGOS**

A mis más cercanos y sinceros amigos: Lossiel por tener la misma imaginación y sueños de triunfo juntos; Lucio, Juan Hernández, José y Ambrosio por pasar momentos de convivencia agradable.

A TODA LA GENTE QUE QUIERE SER JOVEN SIEMPRE, A LOS EMPRENDEDORES QUE NUNCA VAN A SER VIEJOS POR QUE NUNCA ABANDONAN SUS IDEALES DE IMAGINACIÓN Y SED DE TRIUNFO.

HAGAMOS UN NUEVO AMANECER MEJOR CADA DÍA.

CUENTA TUS TRIUNFOS, LOGROS Y ÉXITO NO TUS años

## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
<b>DEDICATORIA</b> -----	III
<b>AGRADECIMIENTO</b> -----	V
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> -----	VI
<b>INDICE DE CUADROS</b> -----	IX
<b>INDICE DE FIGURAS</b> -----	X
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	3
Importancia de <i>Tetranychus urticae</i> -----	3
Distribución-----	4
Ubicación taxonómica-----	6
Morfología-----	6
Huevo-----	6
Larva-----	7
Ninfa-----	8
Adulto-----	8
Daños y síntomas-----	9
Alternativas de control-----	10
Control cultural-----	10
Control biológico-----	11
Control químico-----	12
Control integral-----	12
Acaricidas-----	13
Productos utilizados-----	14
Dicofol-----	14
Nombres comerciales-----	14
Nombre químico-----	15
Estructura química-----	15
Modo de acción-----	15

Avermectina-----	15
Nombre comercial-----	16
Nombre químico-----	16
Estructura químico-----	16
Modo de acción-----	17
Oxido fenbutatin-----	17
Nombres comerciales-----	17
Nombre químico-----	17
Estructura química-----	18
Modo de acción -----	18
Mezclas de insecticidas-----	18
Ventajas y desventajas de las mezclas-----	18
Potenciación y sinergismo-----	19
Coeficiente de cotoxicidad -----	19
Metodo grafico de Wadley -----	20
<b>MATERIALES Y MÉTODOS -----</b>	<b>21</b>
Material biológico -----	21
Productos empleados -----	21
Determinación de la CL <sub>50</sub> para cada acaricida -----	21
Mezclas -----	23
Corrección de mortalidad -----	24
Análisis de resultados -----	25
Método gráfico -----	25
Coeficiente de cotoxicidad -----	28
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES -----</b>	<b>30</b>
Avermectina, dicofol y oxido fenbutatin, 24 horas -----	30
Concentración letal media-----	30
Valores de X <sup>2</sup> , r <sup>2</sup> , grados de libertad y probabilidad -----	31
Línea de respuesta concentración – mortalidad y limites fiduciales -----	32
Avermectina, dicofol y oxido fenbutatin, 48 horas -----	34
Concentración letal media-----	34
Valores de X <sup>2</sup> , r <sup>2</sup> , grados de libertad y probabilidad -----	35
Línea de respuesta concentración – mortalidad y limites fiduciales-----	36
Concentración letal media de las mezclas a 24 horas -----	37
Valores de X <sup>2</sup> , r <sup>2</sup> , grados de libertad y probabilidad -----	40
Concentración letal media de las mezclas a 48 horas -----	41
Valores de X <sup>2</sup> , r <sup>2</sup> , grados de libertad y probabilidad -----	43
Evaluación delas mezclas por el método de coeficiente de cotoxicidad y	

Método gráfico-----	44
Método de coeficiente de cotoxicidad-----	44
Evaluación de las mezclas por el método gráfico (Wadley, 1967)-----	46
Comparación de los métodos -----	52
<b>CONCLUSIONES</b> -----	55
<b>LITERATURA CITADA</b> -----	56
<b>APÉNDICE</b> -----	60



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> fórmula estructural del dicofol (Thomson, 1994) -----	15
<b>Figura 2.</b> Fórmula estructural de Avermectina (Lasota y Dybas, 1991)-----	16
<b>Figura 3.</b> fórmula estructural de oxido fenbutatin (Meisterpro, 2002)-----	18
<b>Figura 4.</b> Ecuación de predicción, líneas de respuesta dosis – mortalidad y una representación gráfica de los límites fiduciales (CL <sub>50</sub> ) de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 24 horas sobre <i>T. urticae</i> -----	33
<b>Figura 5.</b> Ecuación de predicción, líneas de respuesta dosis – mortalidad y una representación gráfica de los límites fiduciales (CL <sub>50</sub> ) de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 48 horas sobre <i>T. urticae</i> -----	36
<b>Figura 6.</b> Ecuación de predicción, líneas de respuesta dosis – mortalidad y (CL <sub>50</sub> ) de las mezclas: Avermectina + dicofol, Avermectina + Oxido fenbutatin y Dicofol + Oxido fenbutatin a 24 horas sobre <i>T. urticae</i> -----	39
<b>Figura 7.</b> Ecuación de predicción, líneas de respuesta dosis – mortalidad y (CL <sub>50</sub> ) de las mezclas: Avermectina + Dicofol, Avermectina + Oxido fenbutatin y Dicofol + Oxido fenbutatin a las 48 horas sobre <i>T. urticae</i> -----	42
<b>Figura 8.</b> Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla de avermectina + dicofol a 24 horas en adultos de <i>T. urticae</i> -----	47
<b>figura 9.</b> Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 24 horas en adultos de <i>T. urticae</i> -----	48
<b>figura 10.</b> Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 24 horas en adultos de <i>T. urticae</i> -----	49

- Figura 11.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla de avermectina + dicofol a 48 horas en adultos de *T. urticae* ----- 50
- figura 12.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 48 horas en adultos de *T. urticae* ----- 51
- figura 13.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 48 horas en adultos de *T. urticae* ----- 52

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los factores limitantes de la producción mundial de alimentos están las pérdidas causadas por las plagas, las cuales según reportes de la FAO, en algunos países en desarrollo sobre pasan el 25 %. (Orlando, 1978 )

Dentro de las plagas que limitan la producción agrícola destacan los insectos y los ácaros. Anteriormente la importancia económica de los ácaros era mínima, pero actualmente estos minúsculos parásitos figuran entre los más importantes en arboricultura y viticultura; puede también producir graves daños en otros muchos cultivos, tanto en invernadero como en el exterior (Bovey *et al.*, 1977 )

*Tetranychus urticae* Koch plaga principal de las plantas ornamentales en invernaderos y campo, catalogada como una de las especies que más problema ocasiona a la agricultura en el mundo. Su alto potencial reproductivo le permite incrementar su población rápidamente, de tal manera que en corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman medidas de control pertinentes (Gould, 1987)

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

particular el de la araña de dos manchas (Knight *et al.*, 1990); los problemas más fuertes de *T. urticae* se presentaron en el producto clorado dicofol, en la cual se utilizó extensivamente desde que apareció en el mercado (Shorey *et al.*, 1967)

Eidi *et al* (2004) mencionan que realizaron una selección de resistencia con la población de *T. urticae* encontraron que los niveles de resistencia es 1.23 veces en la población evaluada con el producto avermectina.

Edge (1986) confirmó en pruebas de laboratorio la resistencia a cyhexatin de *T. urticae* en huertas de manzana y pera en Australia. Los niveles de resistencia no excedían a 15 veces en hembras. Reporta también que cyhexatin confiere una resistencia cruzada a azociclotin y oxido fenbutatin

Por lo que el objetivo del presente trabajo es obtener la acción conjunta de tres acaricidas como posible alternativa de manejo en el ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia de *Tetranychus urticae*

El ácaro de dos manchas, arañita roja ó ácaro de invernaderos, *Tetranychus urticae* Koch antes formaba un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes plantas hospederas. Princhard y Baker (1955 ) reportan 43 sinónimos para *T. telarius* (nombre inicial de este complejo). Estos se reportan atacando a mas de 150 especies de cultivo, siendo difícil saber con exactitud las especies de plantas dañadas únicamente por *T. urticae*. Sin embargo se sabe que esta especie es un serio problema en frutales desiduos, árboles de sombra y arbustos especialmente de climas templados (Jeppson *et al.*, 1975)

Esta especie en particular se reporta atacando a mas de 150 especies, causando pérdidas de hasta 100 % en casos extremos. Debido a sus características al cultivo y su amplia gama de plantas atacadas, es importante contar con medidas de control que nos permitan manejar a esta especie, para inferir en los daños que ocasiona (Jeppson *et al.*, 1975 )

El ataque de plagas como la araña roja (*T. urticae*), cada vez es mas severo e impacta directamente en la producción de las hortalizas de gran demanda para el consumo nacional y extranjero como son el tomate, el pimiento, y la fresa, estas hortalizas son de gran interés económico. (FIRA, 2002 )

El ácaro bimaclado se le ha reportado causando daño a millones de hectáreas a los productores del medio oeste de los Estados Unidos (Koga *et al.*, 1980)

Los ácaros bimaclados atacan siembras nuevas de fresas en el otoño en Argentina y sus poblaciones aumentan rápidamente. Los adultos y los inmaduros succionan los jugos de la planta y la alimentación de los ácaros hace que las plantas pierdan vigor lo cual por último resulta en una reducción del tamaño y el rendimiento de las frutas. Cuando las infestaciones son severas y los ácaros no son controlados, las plantas mueren. (UCIPM 1994).

Otero (1992) señala que la importancia de los ácaros fitófagos como plagas agrícolas está en aumento. De ser organismos poco conocidos presentes en muchos cultivos catalogados como de importancia secundaria, y que en tiempos recientes han surgido como plagas extremadamente dañinas que han obligado a tomar medidas para su control. Estimulando a desarrollar actividades de investigación para conocer diversos aspectos sobre su taxonomía, biología y ecología.

## **Distribución**

*Tetranychus urticae* Koch, se encuentra ampliamente distribuida 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. 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 ocasionado daños económicos en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora Michoacán, y en menor grado en Jalisco, México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En Puebla, Morelos y México y Guanajuato ocasionan pérdidas en los cultivos de cacahuete, fresa y papayo (Estébanes, 1989). Esta 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) mencionaron 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.

## Ubicación taxonómica

*Tetranychus urticae* según Krantz (1970), se ubica en los siguientes taxos:

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

## Morfología

**Huevo:** Los huevos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150  $\mu\text{m}$  son de color traslúcido a opaco blanquecinos y cambian a color pardo conforme se va desarrollando el embrión. La superficie del corion es lisa con leves irregularidades.

En la última etapa del desarrollo embrionario se presentan un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo ( Crooker, 1985 ). Mothes y Seitz (citados por

Crooker, 1985), estudiando la anatomía del huevecillo, han determinado que esta consiste de una capa granular exterior, una capa densa media y una capa interna transparente. Están conectados dos estigmas embrionarios de estructura complicada que penetra la pared del huevo durante la fase contractiva de la banda germinal, a una parte altamente especializada de la membrana intermedia que cubre el embrión, ésta membrana tiene numerosas perforaciones los cuales forman un plastón de aire de 0.2 a 0.3  $\mu\text{m}$  entre la pared del huevecillo y el embrión.

En 1949, Cagle (citado por Nelson y Stafford, 1972) estudió el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio, además de algunas observaciones en 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 se necesitaba 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), y de 5 a 59 para hembras ( con un tiempo promedio de vida de 22 días)

**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 carmin.

Conformen 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 propodosomales anteriores (Jeppson *et al.*, 1975 )

**Ninfa:** 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 muy similar a la protoninfa de tal forma que resulta difícil diferenciarlas. Es ligeramente más oscura, de mayor tamaño en esta etapa de desarrollo se les puede reconocer su sexo. Los peritremas son de forma de V. El primer tarso tiene cuatro setas táctiles próximas a la seta duplex, en tanto la primera tibia tiene nueve



setas táctiles y una sensorial. El integumento 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 , mas grande y de color olivo (Jeppson *et al.*, 1975 )

Crooker (1985), reporta 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. El estado de protoninfa según este último autor 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 estas se expusieron a 4.3 °C.

### **Daños y síntomas**

*T. urticae*, se alimenta, del contenido celular de las plantas, por lo cual ocasiona la reducción del contenido de la clorofila y daño físico al mesófilo esponjoso y de empalizada; los estomas tienden a permanecer cerrados, lo que disminuye la tasa de transpiración (Sánchez *et al.*, 1979 )

La arañita, al alimentarse, introducen sus estiletos, vacía el contenido de las células, de los tejidos de las plantas provocando daño mecánico dándole una coloración amarillenta al tejido afectado, debido a que desaparecen los cloroplastos, cuando el ataque es severo, las hojas viejas comienzan a decaer y los tejidos nuevos detienen su crecimiento, quedando finalmente la planta cubierta por una fina tela producida por la hembra.

Se ha visto que los daños cuando son causados por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios dependen generalmente, de las condiciones del

medio, del estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancias inyectadas (Jeppson *et al.*, 1975 )

El tiempo seco y caluroso es favorable para el desarrollo de esta plaga (Lagunes *et al.*, 1988)

### **Alternativas de control.**

Para mantener baja las poblaciones del ácaro de dos manchas, se ha practicado una serie de acciones logrando en gran parte éste objetivo. A continuación se señalan algunos de los métodos de control usados por los productores para mantener las infestaciones bajas de plagas.

#### **Control cultural**

Estas técnicas por sí solas no siempre solucionan el problema pero constituyen el soporte sobre el cual las demás prácticas van a realizar su acción.

- 1). Rotación juiciosa de los cultivos
- 2). Modificación de cultivos, remplazando a una planta sensible por otra planta que no sea tan fuertemente atacada por el agente perjudicial.
- 3). Supresión de cultivos, puede ser ventajosa en toda una región durante uno o dos años, el cultivo de una planta o de las plantas pertenecientes a una misma familia vegetal.
- 4). La época de ejecución de labores reviste una gran importancia en determinados casos. (Bonnemaison, 1975 )
- 5). Mediante el riego que considera el efecto negativo que tiene la humedad relativa elevada sobre estos ácaros ( Anaya *et al.* 1999 )

6). La población de estos ácaros se ve favorecida por temperatura elevada y ambiente seco, viéndose, en cambio, obstaculizado por la humedad elevada de la atmósfera. En invernadero hay que aplicar finas y frecuentes pulverizaciones de agua para lavar y aumentar la H. R. del ambiente ( Bonnemaïson, 1975 )

### **Control biológico**

Comprende el uso de las poblaciones de los enemigos naturales; depredadores, parasitoides, patógenos, competidores o antagónicos para suprimir la población de la plaga, hacerla menos abundante y por tanto, menos dañina comparado con lo que puede ser en la ausencia de los enemigos naturales (DeBach y Rosen, 1991) citados por Badii, *et al.*, (2000)

Este tipo de control se ha practicado desde hace mucho tiempo y consiste en usar y dejar actuar a los enemigos naturales de una plaga, para así mantener sus fluctuaciones poblacionales por debajo de los umbrales económicos. Algunos trabajos referentes a este tipo de control, son el de Datman (1977) citado por Dorestes (1984), quien demostró que poblaciones de *T. urticae* en fresa podían ser reducidas significativamente con la liberación en masa de *Phytoseiulus permilis* y *Amblyseius californicus*; ambos de la familia Phytoseiidae. Por otra parte, Carner y Canerday (1968 ), citadas por Burges y Husey (1971 ) observaron al hongo *Metharrizium fresinnii* y a *Agistem fiehneri* parasitando *Tetranychus spp.*

### **Control químico.**

El uso de compuestos químicos es uno de los métodos más importantes en el control de ácaros. Los compuestos químicos empleados para matar ácaros se denominan acaricidas. (Davidson, 1992)

Se ha usado desde los albores de la agricultura y constantemente se ha tenido que buscar sustancias con mayor capacidad de control y menor grado de toxicidad para el hombre y el medio ambiente. Los primeros acaricidas fueron naftalina para uso en invernadero y posteriormente el azufre en la década de los 20's ; además del aceite del petróleo (Velasco y Pacheco, 1968). En la década de los 30's, se descubren los primeros acaricidas orgánicos como los dinitrofenoles, sin embargo presentan el problema de ser fitotóxicos debido a lo que su uso es limitado, en los 40 's se utilizan los insecticidas organofosforados para el control de ácaros fitófagos. Mientras que los carbamatos aparecen en 1946 y en los 50 's los organoclorados (Jeppson *et al.*, 1975 )

### **Control integrado**

En la actualidad los pesticidas son uno de los componentes de un sistema de control integrado, en el cual se combinan todos los métodos disponibles para minimizar económicamente el daño causado por las plagas con el menor disturbio al ambiente común (Stern y Cols., 1959; Franz, 1962; Way, 1972. Mencionados por Matthews, 1987). El control integrado consiste en manejar en forma simultánea diversos métodos como lo es el control legal, variedades resistentes, etc. Mas el uso de productos químicos, en caso de ser necesario, aplicando las dosis necesarias

para mantener bajo control la población y no ayudar a crear disturbios en el ambiente, al hombre, y en el aspecto económico.

### **Acaricidas**

Se refiere a aquellos plaguicidas los cuales son principalmente efectivos contra los miembros del orden acarina, particularmente contra ácaros fitófagos, 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 algunos presentan ambas cualidades (insecticida – acaricida ). El acaricida incluye compuestos efectivos contra etapas de huevo, estadios móviles o contra ambos. La acción de un acaricida puede ser considerada en sentido amplio de la bioquímica primaria o acción fisiológica en un sistema específico resultando un tóxico muy efectivo ( March, 1958 )

La araña roja es una plaga en especial perniciosa, ya que sus enemigos naturales son susceptibles a una amplia gama de plaguicidas, y que su período de generación puede ser de menos de una semana. La araña ha desarrollado resistencia a cierto número de acaricidas con mucha rapidez y en algunos países se han hecho intentos para reglamentar el empleo de sustancias químicas. Lo anterior puede reducir el riesgo de que se desarrollen resistencias múltiple en un período corto de tiempo y puede pasar varios años antes de que los diversos grupos sean usados en rotación. (Duncombe, 1973) citado por Matthews, 1987.

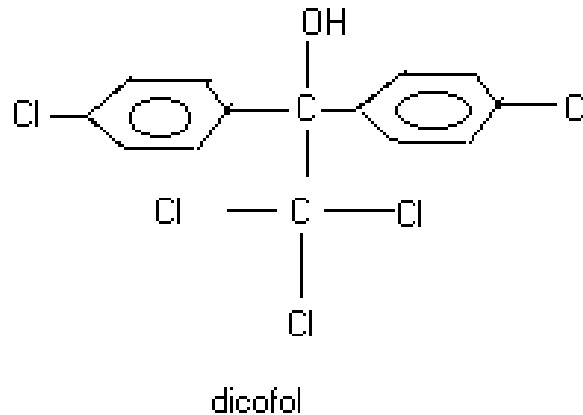
### **Productos utilizados**

**Dicofol.-** este producto pertenece al grupo de los organoclorados, es un sólido cristalino blanco y el técnico es un líquido rojo marrón o viscosos ambarino. El Dicofol es un DDT oxidado con propiedades acaricidas, no sistémico y con alguna actividad insecticida. Fue introducido como acaricida en 1952; en 1986, su uso fue cancelado temporalmente 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 (CICLOPLAFEST, 1991)

EL Dicofol es un acaricida de contacto e ingestión, que controla adultos (machos y hembras), larvas y ninfas de arañas en frutales, hortalizas y ornamentales. Su  $DL_{50}$  oral en ratas es 575 - 960 mg/kg, conejos y en ratones es 420 a 675 mg/kg. La  $DL_{50}$  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 acción alcalina. En México, solo se puede utilizarse bajo supervisión de personal autorizado y capacitado (CICLOPLAFEST, 1991)

**Nombres comerciales:** Acarin 200 c.c, Kelthane MF, Cekudifol, Dicaron, Dicomite, Mitigan, KELTHANE EC Dicofol 18.5% y AGROFOL Dicofol 18.5%

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



**Figura 1.** Fórmula estructural del dicofol (Thomson, 1994)

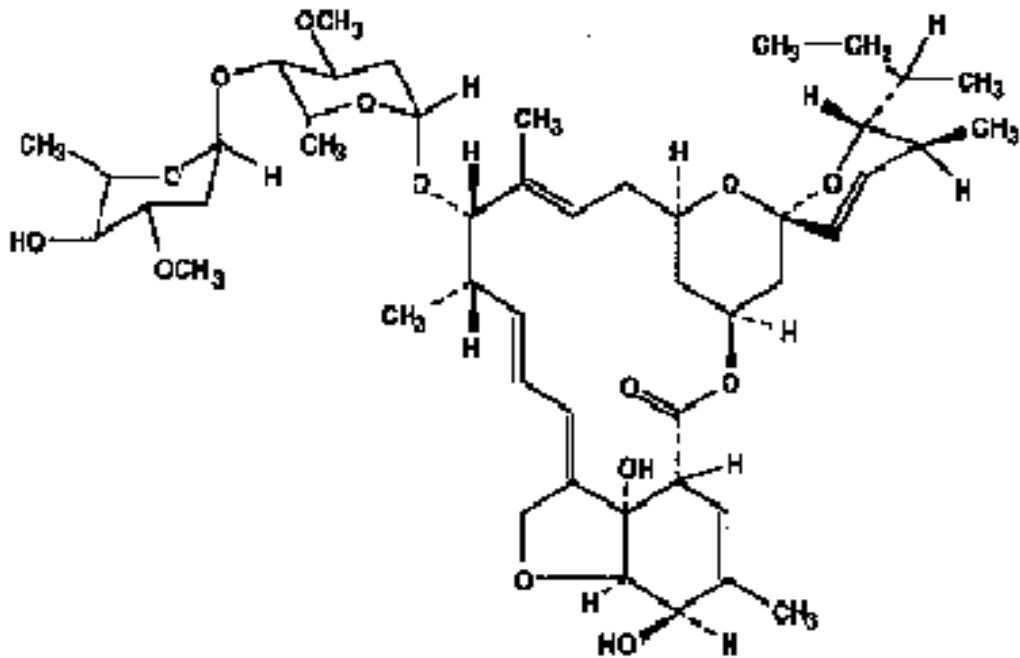
**Modo de acción:** Actúa sobre el sistema nervioso bloqueando la transmisión eléctrica del impulso nervioso al nivel de la membrana del axón interfiriendo en el balance sodio potasio (CICLOPLAFEST, 1991)

**Avermectina:** pertenece al grupo de lactonas – macrocíclicas derivado de la fermentación del microorganismo *Streptomyces avermitilis*. Fue encontrado en suelo de Japón, al principio fue desarrollado contra nematodos, pero se encontró que tiene acción acaricida e insecticidas.

**Nombres comerciales:** VERTIMEC 018 EC, Abemectina

**Nombre químico:** (5-0-demetil avermectina A1a).

Máximo: 20% de avermectina B1b [5-0-demetil-25-de-(1-metilpropil)-25-(1-metiletil) avermectina A1a].



**Figura 2.** Fórmula estructural de avermectina (Lasota y Dybas, 1991)

**Modo de acción:** La transmisión neuromuscular es mediado por el ácido gama- aminobutírico (GABA ). Las avermectinas actúan imitando la acción de GABA, por lo que bloquean el flujo clorinado dependiente de GABA hacia el complejo acarreador de iones de su receptor clorinado.

Aparentemente el neurotransmisor periferal en mamíferos la acetilcolina no es afectada por las avermectinas; además existen barreras sanguíneas que evitan la penetración de esta sustancia al sitio activo, por lo que lo hace un insecticida sistémico seguro ( Miller *et al.*, 1983)

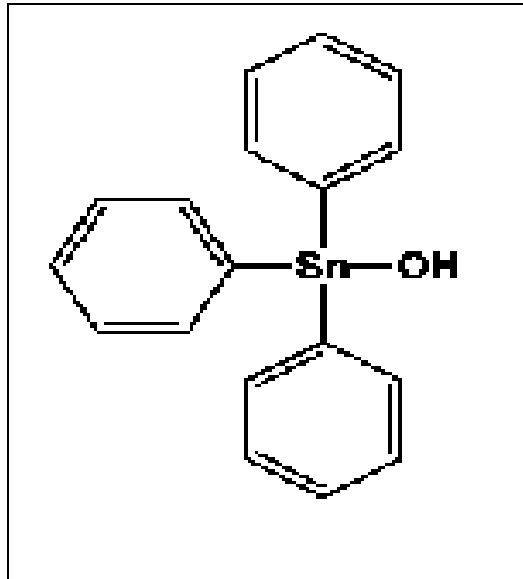
**Oxido fenbutatin:** Este producto pertenece al grupo químico de los organoestanosos es un acaricida específico, actúa por contacto sobre larvas y



adultos, pero no es ovicida. Su acción es de larga duración y carece prácticamente de peligro a la fauna benéfica. La toxicidad del fenbutatin es débil:  $DL_{50}$  para la rata, por ingestión, es de 2630 mg / kg. En cambio es tóxico para peces ( Bovey *et al.* 1977 )

**Nombres comerciales:** Torque 500 Sc, Vendex®, VENDEX 55 S.C.

**Nombre químico:** Oxido de fenbutatin: bis[tris(2-metil-2- fenil-propil) óxido de estaño



**Figura 3.** fórmula estructural de oxido fenbutatin (Meisterpro, 2002)

**Modo de acción:** Estos compuestos de estaño inhiben la fosforilación oxidativa en el sitio de desacople del dinitrofenol, impidiendo la formación de la de la molécula fosfatada de alta energía trifosfato de adenosina (ATP). Estos estaños trialkílicos también inhiben la fotofosforilación en los cloroplastos (las unidades subcelulares que llevan la clorofila) y por tanto sirven como alguicidas

## **Mezclas de insecticidas**

### **Ventajas y desventajas de las mezclas**

El uso de las mezclas de tóxicos tienen dos fundamentos principales: el primero es la probabilidad de que los organismos tengan genes de resistencias para los componentes de la mezcla de un organismo que son muy remotas. Por lo tanto, el organismo capaz de sobrevivir a un tóxico será eliminado por el otro tóxico en la mezcla. Lo anterior hace mandatorio que los componentes de la mezcla deban tener diferentes modos de acción, diferentes rutas de detoxificación, similar grado de intemperización y de que sean compatibles para que no se disminuyan mutuamente sus toxicidades (Lagunes, 1990).

El segundo fundamento que apoya el uso de mezclas es la posibilidad de efectos interactivos entre los componentes, uno de ellos aumenta la toxicidad del otro. Esto implica que el efecto tóxico de la mezcla es significativamente mayor que el efecto tóxico que se pueda esperar, tomando en cuenta la acción separada de cada componente. Dentro de este principio caben los sinergistas de los insecticidas como el butóxido de piperonilo.

En general se postula que los sinergistas actúan bloqueando la acción de las enzimas que degradan a los insecticidas Wilkinson, (1968) citado por Fierros, (1990)

### **Potenciación y antagonismo**

### **Coeficiente de toxicidad**

Este es un método rápido para evaluar la actividad de las mezclas, pero tiene la desventaja de que solo analiza las mezclas a nivel del 50 % y no en todo el rango de toxicidad.

El método consiste en realizar bioensayos con los insecticidas A y B y la mezcla de ambos se obtiene, y se analiza dando como resultado la  $DL_{50}$  de los dos insecticidas por separado y de la mezcla (Lagunes *et al.*, 1994)

### **Método gráfico de Wadley**

El método gráfico de Wadley (1967) permite conocer el efecto de la mezcla en todo el rango de mortalidades, de manera que es posible observar potenciación en un extremo de la línea y antagonismo en el otro extremo a diferencia del coeficiente de cotoxicidad que muestra el efecto de la mezcla únicamente en el 50 % de mortalidad. (Lagunes *et al.*, 1994)

Como primer paso se debe de efectuar bioensayos con insecticidas solos y con la mezcla de ellos usando equivalentes toxicológicos, para determinar las líneas de respuesta dosis- mortalidad.

La mortalidad observada en la mezcla de los productos se ajusta por medio de la ecuación de regresión con lo que se obtiene la mortalidad corregida. La dosis de la mezcla está expresada en equivalentes tóxicológico (Lagunes *et al.*, 1994)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se realizó en el departamento de parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila. Durante el período comprendido de septiembre de 2004 a marzo de 2005.

### **Material biológico**

La especie utilizado para el estudio fue *T. urticae* Koch, de una colonia de laboratorio, desarrollada en plántulas de frijol, en una cámara bioclimática a una temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa 60-70 %, y luz constante proporcionada con bulbos fluorescentes.

### **Productos empleados**

Para llevar acabo esta investigación se emplearon tres acaricidas de diferente grupo toxicológico, dicofol (organoclorado), oxido fenbutatin (organo estanoso), avermectina (lactonas macrociclicas), asi como el adherente Bionex.

### Determinación de la CL<sub>50</sub> para cada acaricida.

Esta investigación inició con la determinación de la CL<sub>50</sub> para cada uno de los productos evaluados. Esto se realizó por medio de bioensayos, utilizando el método de inmersión de hoja propuesto por la FAO (1974), el cual consistió en tomar folíolos de frijol infestado con ácaros, se contabilizó el número de hembras adultas (como mínimo 40 individuos) posteriormente los folíolos fueron sumergidos en las diferentes concentraciones de acaricida por 5 segundos, seguido de esto fueron colocados en papel absorbente para eliminar el exceso de producto, posteriormente las hojas fueron colocadas en charolas de plástico conteniendo en el fondo una esponja saturada de agua para evitar el escape de los ácaros de las hojas y mantener la humedad de éstas

**Cuadro 1.** Concentraciones empleadas para los acaricidas, dicofol, oxido fenbutatin y avermectina sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*

Número de tratamientos	avermectina ppm	dicofol ppm	oxido fenbutatin ppm
1	2.0	1000	500
2	1.50	700	400
3	1.0	500	300
4	0.50	300	200
5	0.25	100	100
6	0.10	50	50
7	testigo	testigo	testigo

Para cada concentración se tomó 3 foliolos y cada uno de ellos se consideró como una repetición ;el testigo consistió de solo agua mas Bionex a razón de 1mL / L

La mortalidad fue evaluada a las 24 y 48 horas después de los tratamientos. Se consideró como criterio de mortalidad que los ácaros no se desplazaran mas allá de su cuerpo al recibir un estímulo.

### Mezclas

Una vez determinada la  $CL_{50}$  para cada producto, se procedió a realizar las mezclas. Se tomó como base la  $CL_{50}$  de las 48 horas de cada producto para establecer las concentraciones de cada mezcla se obtuvo multiplicando la  $CL_{50}$  por el equivalente toxicológico.

Las mezclas probadas fueron avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin; la relación de los equivalentes toxicológicos utilizados y la ppm utilizada de cada producto para la mezcla se observa en el cuadro 2

**Cuadro 2.** Equivalente toxicológicos y ppm usadas para cada mezcla de avermectina + dicofol y avermectina + oxido fenbutatin y dicofol +oxido fenbutatin evaluadas sobre hembras adultas *Tetranychus urticae*.

Equivalente toxicológico	aver + dicof ppm	aver + oxi fen ppm	dic +oxi fen ppm
1.5	---- + ----	----- + -----	480 +330
1.2	0.60 + 384	0.60 + 264	----- + ----
1	0.50 + 320	0.50 + 220	320 +220

0.8	0.40 + 176	0.40 + 176	256 + 176
0.6	0.30 + 132	0.30 + 132	192 + 132
0.4	0.20 + 88	0.20 + 88	128 + 88
0.2	0.10 + 64	0.10 + 64	64 + 64
---- + ---- No se realizo la mezcla			

En la realización de las mezclas se necesitó preparar soluciones madres; en el caso de la avermectina se partió desde una solución madre de 1 ppm, debido a que las concentraciones empleadas fueron 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 ppm; la solución madre del dicofol y óxido fenbutatin fue de 1000 ppm.

Una vez establecidas las mezclas se procedió a realizar una serie de bioensayos. Los cuales se realizaron como se explicó anteriormente (método de inmersión hoja de la FAO, 1974 )

### **Corrección de mortalidad**

La mortalidad fue corregida con la fórmula de Henderson y Tilton que es la siguiente:

$$\%E = \left[ 1 - \left( \frac{(X_{\text{tratamientoDA}})(X_{\text{testigoAA}})}{(X_{\text{tratamientoAA}})(X_{\text{testigoDA}})} \right) \right] X 100 =$$

donde:

X tratamiento = promedio de vivos después de la evaluación

X testigo AA = promedio del testigo antes de la aplicación

X tratamiento = promedio vivos antes de la aplicación

X testigo DA = promedio del testigo después de la aplicación.

### **Analisis de resultados**

Los resultados de los productos evaluados y de sus mezclas, fueron analizados con el programa PC- Probit, para determinar la  $CL_{50}$ ,  $CL_{95}$ , líneas de respuesta concentración – mortalidad, ecuación de predicción y límites fiduciales. Se utilizó también el método de coeficiente de cotoxicidad (Sun y Jonson, 1960) y el método gráfico (wadley, 1967) para estimar el efecto de las mezclas.

### **Método gráfico**

Wadley, (1967) propone un método gráfico para estimar el efecto de las mezclas; con este método es posible conocer el efecto del tóxico con todo el rango de mortalidad, de tal modo que sería posible que en un extremo de la línea de respuesta se observa potenciación y en el otro extremo antagonismo (carrillo, 1984)

Como primer paso se obtuvo la  $CL_{50}$ , para los acaricidas solos y las mezclas de ellos, para las mezclas se utilizaron equivalentes toxicológicos.

$$Y = a + bx$$

Donde Y = valor del probit

a = intercepción del origen

b = pendiente de la línea de regresión



X = logaritmo del equivalente toxicológico.

A continuación se calculó el radio tóxico de la mezcla utilizando la siguiente fórmula.

$$RT = \frac{\frac{DL_{50}A}{DL_{50}B} + \frac{DL_{95}A}{DL_{95}B}}{2}$$

donde A = CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub> del producto mas tóxico

B = CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub> del producto menos tóxico

Después de obtuvo el equivalente de la mezcla utilizando la fórmula:

$$EM = \frac{CL_{50}B}{CL_{50}A} =$$

donde B = CL<sub>50</sub> producto menos tóxico en la evaluación previo a la mezcla

A = CL<sub>50</sub> producto mas tóxico en la evaluación previo a la mezcla

Después de obtener el equivalente de la mezcla, se procedió a calcular el ETC (equivalente toxicológico calculado) con la siguiente fórmula:

$$ETC = CLA + CLA (EM) (RT)=$$

El cálculo de la mortalidad esperada se realizó mediante la ecuación de regresión del insecticida más tóxico, se utilizó como logaritmo de la concentración, los valores de los equivalentes calculados (ETC).

Una vez calculadas las mortalidades observada y esperada, se realiza la comparación de los límites fiduciales de las líneas concentración mortalidad de la acción conjunta esperada y acción conjunta observada.

Para el cálculo de límites, se realizó en base a los resultados del producto más tóxico y a los resultados de la mezcla.

Para obtener los límites fiduciales de la línea de respuesta esperada, se utilizó la  $CL_{50}$  del producto más tóxico, este valor se toma como el 100 %, y los límites fiduciales de la  $CL_{50}$ , (inferior y superior) se emplearon para obtener en porcentaje al que corresponden en base a la  $CL_{50}$ . Posterior a esto se calculó la  $CL_{50}$  de la línea de respuesta esperada y en base a los porcentajes mencionados se calcularon los límites inferior y superior.

Ejemplo:

$CL_{50}$  ----- 100 %

LFI----- X

Donde LFI = límite fiducial inferior.

Para obtener los límites fiduciales de la línea de respuesta observada, se utilizó la  $CL_{50}$  de la mezcla y también sus límites fiduciales (inferior y superior), el procedimiento fue similar al que se utilizó para obtener la línea de respuesta esperada. Se calculó los porcentajes que corresponden al límite inferior y superior en base a la  $CL_{50}$  de la mezcla, seguido de esto se obtuvo se determinó la  $CL_{50}$  de la línea de respuesta observada y se calculan sus límites en base a los porcentajes calculados.

Una vez obtenidos los límites fiduciales de ambas líneas, se graficaron en papel logaritmo probit, para observar si existe traslape entre estos. Todo este proceso se realizó para cada una de las mezclas evaluadas.

### **Coefficiente de cotoxicidad**

Este es un método rápido para evaluar la actividad de las mezclas, el método consiste en realizar bioensayos con los insecticidas A y B y la mezcla de ambos, se analizan y se obtiene la  $CL_{50}$  de los dos insecticidas y de la mezcla.

Para los cálculos se considera al acaricida más tóxico como "A", y la menos tóxico como "B"

a) ITA: índice tóxico de A.

$$ITA = \frac{CL_{50}A}{CL_{50}A}(100) =$$

b) ITB: índice toxico de B

$$ITB = \frac{CL_{50}A}{CL_{50}B}(100) =$$

c) ITM: índice de la mezcla

$$ITM = \frac{CL_{50}A}{CL_{50}M}(100) =$$

d) La toxicidad esperada de la mezcla (TEM) se determina mediante la fórmula siguiente:

TEM= ITA (proporción de A en la mezcla) + ITB (proporción de B en la mezcla)=

Nota: para calcular la proporción de la mezcla; se suma la  $CL_{50}$  de "A" +  $CL_{50}$  de "B" y el resultado es considerado como el 100 %, se aplica la regla de tres con el  $CL_{50}$  de A y B para obtener la proporción en porcentaje de cada una en la mezcla.

e) luego se obtiene el coeficiente de cotoxicidad (CCT)

$$CCT = \frac{ITM}{TEM}(100) =$$

con el valor del CCT se evaluó el tipo de toxicidad de la mezcla, considerando los siguientes criterios.

- i) si el CCT es igual a  $100 \pm 15$ , se considera que la acción es similar
- ii) si el CCT es de 115 – 200, se considera que hay potenciación ligera.
- iii) Si el CCT es mayor de 200, se considera potenciación.
- iv) Si el CCT es menor de 85, se considera antagonismo.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los productos empleados de cada bioensayo que se realizó en el presente estudio. Se exponen los valores de la  $CL_{50}$ ,  $CL_{95}$ , límites fiduciales, líneas de regresión concentración – mortalidad de los productos solos y las mezclas; así también los coeficientes de cotoxicidad y las gráficas de evaluación de las mezclas .

### avermectina, dicofol y oxido fenbutatin, 24 horas

#### Concentración letal media

Como se puede observar con respecto a la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de los productos avermectina, dicofol y oxido fenbutatin fue de 1.12, 412.41 y 446.28 ppm respectivamente (cuadro 4).

**Cuadro 3.**  $CL_{50}$ , límites fiduciales y  $CL_{95}$  de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a sobre hembras adultas *Tetranychus urticae* a 24 horas.

Productos	$CL_{50}$	Límites fiduciales		
		LFI	LFS	$CL_{95}$
avermectina	1.126	0.9324	1.409	17.469
dicofol	412.412	343.136	503.402	6810.806
oxido fenbutatin	446.282	378.911	554.280	3450.339

Al respecto Flores *et al.*, (2000) evaluaron a la avermectina y obtuvieron resultados de un  $CL_{50}$  de 0.19 ppm. Por otro lado Banhawy y Anderson (1985) reportan una  $CL_{50}$  de 0.3 ppm, al evaluar avermectina sobre *T. urticae*, lo cual difiere completamente con lo obtenido en esta investigación.

En el caso del dicofol, Kensler y Streu (1967) mencionan una  $CL_{50}$  450 ppm. Así mismo Allison *et al.* (1968) con este mismo producto reportan una  $CL_{50}$  de 330 ppm. Por último, Coteró y Sánchez (1990) reportan una  $CL_{50}$  de 2804 ppm, por lo que podemos mencionar que nuestra línea de ácaros con una  $CL_{50}$  de 212.41 ppm presenta resultados similares a los reportados por Kensler y Streu; de este mismo modo fueron mayores a los reportados por Allison y colaboradores y menores a los reportados por Coteró y Sánchez.

Como se puede observar en el cuadro 4 se muestra la  $CL_{50}$  del óxido fenbutatin que fue de 446 ppm. Este resultado fue menor a los registrado por Tian *et al.*, (1992) quienes reportan una  $CL_{50}$  de 1177 ppm, de igual manera a lo reportado por Goodwin *et al.* (1995), quienes reportan una  $CL_{50}$  de 6969 ppm con esta misma especie.

### **Valores de $X^2$ , $r^2$ , grados de libertad y probabilidad**

Como se puede observar en el cuadro 5, se muestran los valores de coeficiente de correlación ( $r^2$ ), ji-cuadrada ( $X^2$ ) y la probabilidad con sus respectivos grados de libertad a 24 horas de exposición de los productos evaluados.

En el caso del coeficiente de correlación del producto avermectina se obtuvo un valor de 0.983, para el caso del dicofol fue de 0.953 y por último para el oxido fenbutatin fue de 0.978. estos resultados indican que se obtuvo una alta correlación y que los resultados obtenidos tienden a una línea recta.

**Cuadro 4.** Coeficiente de correlación, ji – cuadrada de las líneas de regresión concentración - mortalidad estimada para avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 24 horas, sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

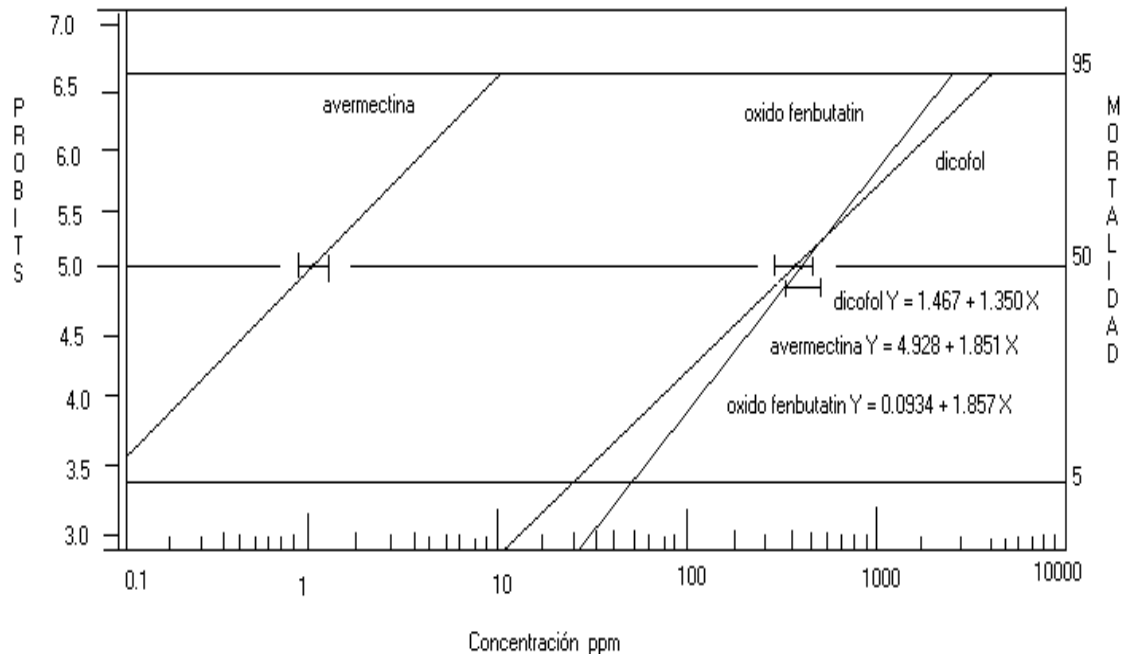
<b>Producto</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>GL</b>	<b>probabilidad</b>
avermectina	0.98308	0.0339	4	99.5
dicofol	0.95315	0.0216	4	99.5
oxido fenbutatin	0.97886	0.1321	4	99.5

Los valores bajos de X<sup>2</sup> obtenidos en esta investigación muestran poca separación, entre los puntos y la línea de concentración – mortalidad, por tal motivo podemos mencionar que el bioensayo presenta un alto grado de confiabilidad.

#### **Líneas de respuesta concentración – mortalidad y límites fiduciales.**

En la figura 4, se observan las líneas de respuesta concentración – mortalidad, las ecuaciones de predicción y una representación gráfica de los límites fiduciales, para la avermectina, dicofol y oxido fenbutatin sobre *T. urticae* a las 24 horas de exposición.

En base a la respuesta de las líneas concentración – mortalidad para los tres productos, la población de ácaros tiene una respuesta heterogénea en relación a la exposición al tóxico.



**Figura 4.** Ecuación de predicción, líneas de respuesta concentración – mortalidad y una representación gráfica de los límites fiduciales de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 24 horas sobre hembras adultas *Tetranychus urticae*

Como se puede ver los límites fiduciales de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin, se observa un traslape entre la línea de respuesta del dicofol y el oxido fenbutatin por lo tanto son estadísticamente iguales, en el caso de la avermectina es diferente estadísticamente ya que no presenta traslape con los otros límites fiduciales.



## avermectina, dicofol y oxido fenbutatin, 48 horas

### Concentración letal media

Las CL<sub>50</sub> obtenidas a las 48 horas de exposición sobre *T. urticae* por cada producto como se puede observar en el cuadro 6 fueron las siguientes: 0.4875, 321.102 y 223 ppm para avermectina, dicofol y oxido fenbutatin respectivamente.

**Cuadro 5.** CL<sub>50</sub>, limites fiduciales y CL<sub>95</sub> de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 48 horas, sobre hembras adultas *Tetranychus urticae* Koch

Productos	CL <sub>50</sub>	Limites fiduciales		CL <sub>95</sub>
		LFI	LFS	
avermectina	0.487	0.388	0.601	13.006
dicofol	321.102	278.708	369.009	2374.002
oxido fenbutatin	223.000	199.934	248.441	1066.867

Algunas investigaciones realizadas con avermectina, Flores *et al.*, (2000) mencionan una CL<sub>50</sub> de 0.30 ppm, este resultado fue mayor a lo observado en esta investigación. Por otra parte Landeros *et al.*, (2002) obtuvieron una CL<sub>50</sub> de 0.35 ppm a 72 horas de exposición al producto avermectina utilizando como sustrato hojas de fresa.

Para el producto dicofol, Luna, (1993) menciona una CL<sub>50</sub> de 61.66 ppm, dicho resultado no concuerda con lo obtenido en esta investigación.

### Valores de $r^2$ , $X^2$ , grados de libertad y probabilidad

En el cuadro 7, se muestra los valores de coeficiente de correlación, ji – cuadrada y la probabilidad con sus respectivos grados de libertad a 48 horas de exposición de los tres productos evaluados. La avermectina presenta un coeficiente de correlación de 0.98308, para el dicofol de 0.95315 y por último el oxido fenbutatin fue de 0.97887; estos resultados indican que se obtuvo una alta correlación y que los resultados obtenidos tienden a una recta bien definida.

**Cuadro 6.** Coeficiente de correlación, ji – cuadrada de las líneas de regresión concentración - mortalidad estimada para avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 48 horas, sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

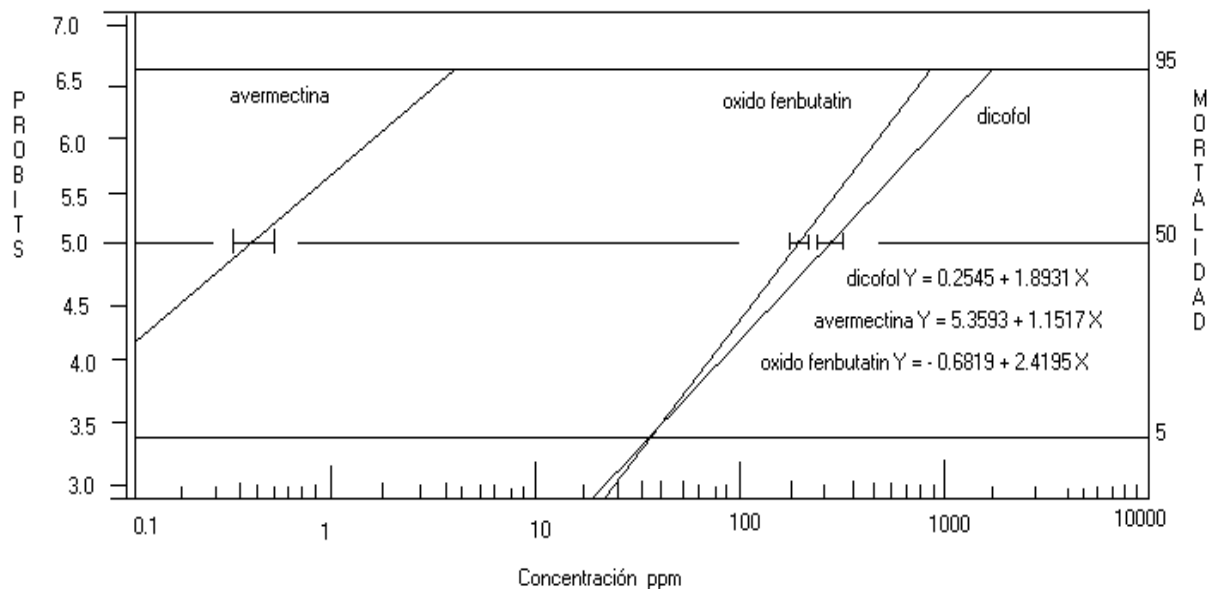
Producto	$r^2$	$X^2$	GL	probabilidad
Avermectina	0.98715	0.2051	4	99.5
Dicofol	0.99167	0.1883	4	99.5
Oxido fenbutatin	0.99287	0.1893	4	99.5

Los resultados de ji–cuadrada obtenidos a 48 horas en esta investigación son bajos, por lo que presentan poca separación entre los puntos y la línea de concentración mortalidad, este comportamiento indica que el bioensayo presenta una alta confiabilidad.

### Líneas de respuesta concentración – mortalidad y límites fiduciales

En la figura 5, se muestran las líneas de respuesta concentración – mortalidad, las ecuaciones de predicción y límites fiduciales, para el producto avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a 48 horas de exposición.

En base a la respuesta de las líneas concentración – mortalidad que se observan para los tres producto, la población de ácaros tienen una respuesta heterogénea en relación a la exposición a los tóxicos.



**Figura 5.** Ecuación de predicción, líneas de respuesta concentración – mortalidad y una representación gráfica de los límites fiduciales de avermectina, dicofol y oxido fenbutatin a las 48 horas sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*

Como se puede observar en la figura 5, ubicando los límites fiduciales de los tres productos a las 48 horas, estadísticamente son diferentes, ninguno de sus límites fiduciales se traslapan.

En esta misma figura 5, podemos ver que la tendencia de las tres líneas indican que son heterogéneos; y el producto avermectina es más tóxico a comparación con Dicofol y Oxido fenbutatin tomando en cuenta que la línea que lo representa a avermectina está más por la izquierda de la figura. Es decir requiere menos ppm para matar el 50% de la población expuesta.

### **Concentración letal media de las mezclas a 24 horas**

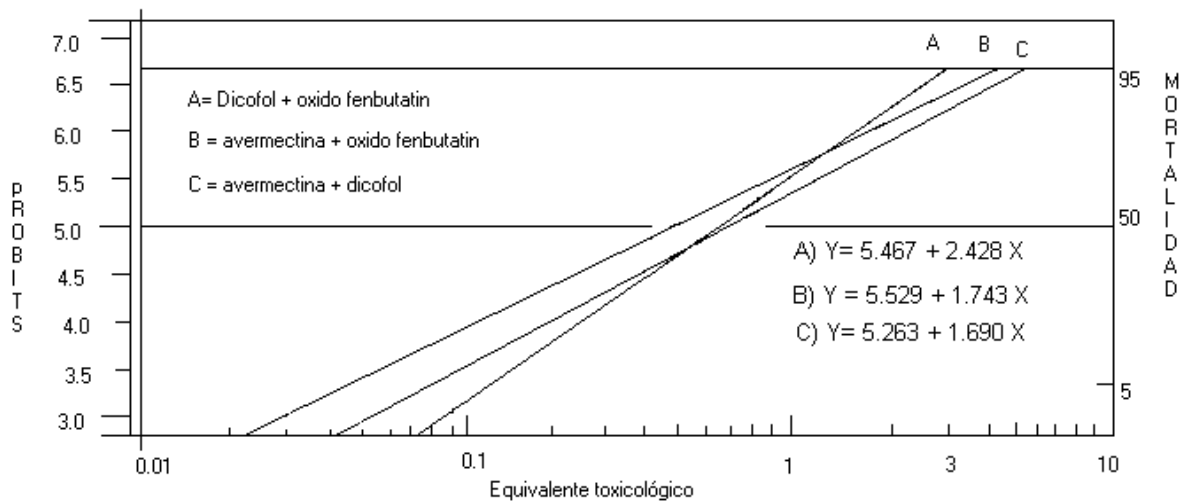
A continuación se presentan la  $CL_{50}$ , límites fiduciales,  $CL_{95}$  en equivalentes toxicológicos de las tres mezclas evaluadas en *T. urticae* a 24 horas. En el cuadro 7 se muestra la mezcla de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido, registraron  $CL_{50}$  de 0.06984, 0.4973 y 0.6419 respectivamente expresados en equivalentes toxicológicos.

**Cuadro 7.** CL<sub>50</sub>, limites fiduciales y CL<sub>95</sub> expresados en equivalentes toxicológicos de las mezclas de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin a 24 horas, sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

Mezclas	CL <sub>50</sub> (ET)	Limites fiduciales		CL <sub>95</sub> (ET)
		LFI (ET)	LFS (ET)	
aver + dic	0.6984	0.6060	0.8162	6.5655
aver + oxi fen	0.4973	0.4235	0.5711	4.3641
dic + oxi fen	0.6419	0.5778	0.7123	3.0534

En relación a los valores de la CL<sub>50</sub> de las mezclas, estos no son consideradas como punto de referencia para determinar la toxicidad de la mezcla con respecto a la otra ya que la cantidad (ppm) de cada producto en cada mezcla es variable.

Sin embargo lo que es posible analizar es la homogeneidad de la respuesta, como se puede ver en la figura 6. Donde se presentan las líneas de respuesta concentración – mortalidad y las ecuaciones de predicción para las tres mezclas evaluadas a 24 horas.



**Figura 6.** Ecuación de predicción y líneas de respuesta concentración – mortalidad de las mezclas: avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin a 24 horas sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

Como se puede observar que la mezcla de dicofol + oxido fenbutatin presentó mayor homogeneidad en la respuesta a las 24 horas, en comparación a las mezclas de avermectina + oxido fenbutatin y avermectina + dicofol, debido a que esta tuvo mayor pendiente 2.428, lo que concuerda con lo mencionado por Lagunes y Villanueva (1994), quienes indican que a mayor pendiente mayor homogeneidad en la respuesta. Seguida de esta mezcla se encuentra la de avermectina + oxido fenbutatin con una pendiente de 1.743; y por último a la mezcla de avermectina + dicofol con una pendiente de 1.690.

### Valores de $r^2$ , $X^2$ , grado de libertad y probabilidad

En el cuadro 9 se presentan los valores de ji- cuadrada donde podemos observar los resultados de 0.04821, 0.03688 y 0.061337, para las mezclas de avermectina + oxido fenbutatin, avermectina + dicofol y dicofol + oxido fenbutatin respectivamente.

En relación a los valores de coeficiente de correlación se registraron resultados de 0.99988, 0.99948 y 0.098085 para avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido de fenbutatin respectivamente; estos altos valores de coeficiente de correlación de las tres líneas indican que tienden a una línea recta.

**Cuadro 8.** Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad de las mezclas de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin sobre poblaciones de *T. urticae* a las 24 horas.

Producto	$r^2$	$X^2$	GL	probabilidad
avermectina + dicofol	0.99988	0.03688	4	99.5
avermectina + oxido fenbutatin	0.99948	0.04821	4	99.5
dicofol + oxido fenbutatin	0.98085	0.06137	4	99.5

Estos valores de la ji-cuadrada están dentro del intervalo de valores que indican una probabilidad de hasta un 99.5 % de que los bioensayos fueron bien realizados, dicho de otra manera los valores bajos de la ji- cuadrada obtenidas en la

evaluación a las 24 horas indican escasa separación entre los puntos y la línea final de concentración – mortalidad esperada.

### Concentración letal media de las mezclas a las 48 horas.

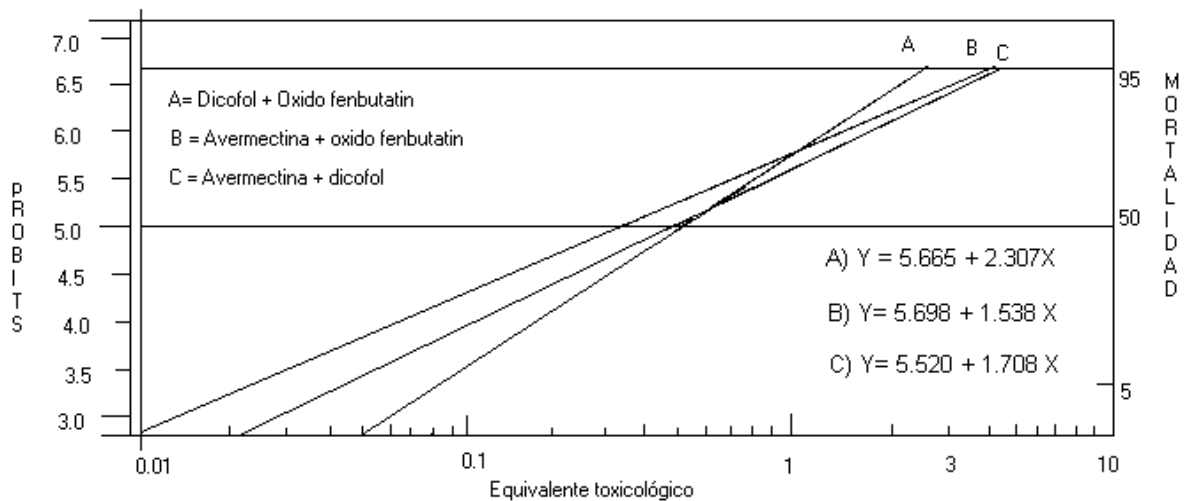
A continuación se presentan la  $CL_{50}$ , los límites fiduciales,  $CL_{95}$  en equivalentes toxicológicos de las tres mezclas evaluadas en hembras adultas *T. urticae* a 48 horas. Como podemos observar en el cuadro 9, se observan que los valores de la  $CL_{50}$  expresados en equivalentes toxicológicos fueron 0.4956, 0.3517 y 0.5150 para las mezclas avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin respectivamente.

**Cuadro 9.**  $CL_{50}$ , límites fiduciales y  $CL_{95}$  expresados en equivalentes toxicológicos de las mezclas de avermectina + oxido fenbutatin, dicofol + avermectina y oxido fenbutatin + dicofol a 48 horas, sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

Mezclas	$CL_{50}$ (ET)	Límites fiduciales		$CL_{95}$ (ET)
		LFI (ET)	LFS (ET)	
aver + dic	0.4956	0.4204	0.5707	4.5496
aver + oxi fen	0.3517	0.2736	0.4203	4.1230
dic + oxi fen	0.5150	0.4564	0.5743	2.6583



Estos valores no se pueden tomar en cuenta para determinar la toxicidad de la mezcla con respecto a las otras mezclas, debido a que la proporción de acaricidas en cada mezcla es variable. Sin embargo la característica que si podemos analizar es homogeneidad en la respuesta de las mezclas, lo que se puede apreciar en la figura 7, donde se presentan las líneas de respuesta concentración - mortalidad y la ecuación de predicción.



**Figura 7.** Ecuación de predicción y líneas de respuesta concentración – mortalidad de las mezclas: avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin a 48 horas sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

De igual forma la mezcla que tuvo mayor homogeneidad en la respuesta a las 48 horas fue la mezcla de dicofol + oxido fenbutatin con una pendiente de 2.307, seguida de la mezcla de avermectina + dicofol con pendiente de 1.708 y por último

la mezcla de avermectina + oxido fenbutatin con una pendiente de 1.538 de acuerdo a lo mencionado por Lagunes y Villanueva (1994)

### Valores $X^2$ , $r^2$ , grados de libertad y probabilidad

En el cuadro 10, se muestran los resultados registrados para la  $X^2$  y coeficiente de correlación para las mezclas a las 48 horas. En relación al coeficiente de correlación se obtuvieron resultados de 0.99884, 0.99323 y 0.96428 para avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin. Y dicofol + oxido fenbutatin respectivamente. Estos resultados indican que las líneas de respuesta concentración – mortalidad de las mezclas tienden a una recta bien definida.

**Cuadro 10.** Coeficiente de correlación, ji-cuadrada, grados de libertad y probabilidad de las líneas de regresión concentración – mortalidad de las mezclas de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin a 48 horas sobre hembras de *Tetranychus urticae*

Producto	$r^2$	$X^2$	GL	Probabilidad
avermectina + dicofol	0.99884	0.043	4	99.5
avermectina + oxido fenbutatin	0.99323	0.12077	4	99.5
dicofol + oxido fenbutatin	0.96428	0.12366	4	99.5

En el caso de los valores de  $X^2$  de las mezclas son muy bajos mostrando una mínima separación entre los puntos y la línea final de concentración – mortalidad, esto indica que los bioensayos presentan una alta confiabilidad.

## Evaluación de las mezclas por el método de coeficiente de cotoxicidad y método gráfico

A continuación se presentan los resultados registrados al evaluar las mezclas por los métodos de Sun y Jonson (1960) y Wadley (1967)

### Método de coeficiente de cotoxicidad

En el cuadro 11 se muestran los resultados obtenidos para la acción conjunta de los acaricidas a las 24 horas, según el método de coeficiente de cotoxicidad de Sun y Johnson (1960)

**Cuadro 11.** Análisis de acción conjunta de las tres mezclas de acaricidas, avermectina + dicofol, avermectina + óxido de fenbutatin y dicofol + óxido de fenbutatin sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae* a 24 horas.

Mezclas	DL <sub>50</sub> (ET)	Coefficientes de cotoxicidad	Acción conjunta (Sun y Johnson)
aver + dic	0.6984	68.21	Antagonismo
aver +oxi fen	0.4973	100.87	Acción similar
dic + oxi fen	0.6419	77.88	Antagonismo

Como se puede observar la mezcla de dicofol + avermectina presentó acción conjunta de antagonismo con un coeficiente de cotoxicidad de 68.21; el mismo tipo

de acción presentó la mezcla de dicofol + óxido fenbutatin con un coeficiente de cotoxicidad de 77.88, y la mezcla avermectina + óxido fenbutatin obtuvo acción similar con un coeficiente de 100.87

En el cuadro 12 se muestran los resultados obtenidos para la acción conjunta de las mezclas de los acaricidas a las 48 horas según el método de coeficiente de cotoxicidad de Sun y Johnson (1960)

**Cuadro 12.** Análisis de acción conjunta de tres las mezclas de acaricidas, avermectina + dicofol, avermectina + óxido de fenbutatin y dicofol + óxido de fenbutatin sobre hembras adultas de *Tetranychus urticae* a 48 horas.

<b>Mezclas</b>	<b>DL<sub>50</sub> (ET)</b>	<b>Coeficientes de cotoxicidad</b>	<b>Acción conjunta (Sun y Johnson)</b>
aver + dic	0.4956	101.25	Acción similar
aver +oxi fen	0.3517	141.56	Potenciación ligera
dic + oxi fen	0.5150	97.04	Acción similar

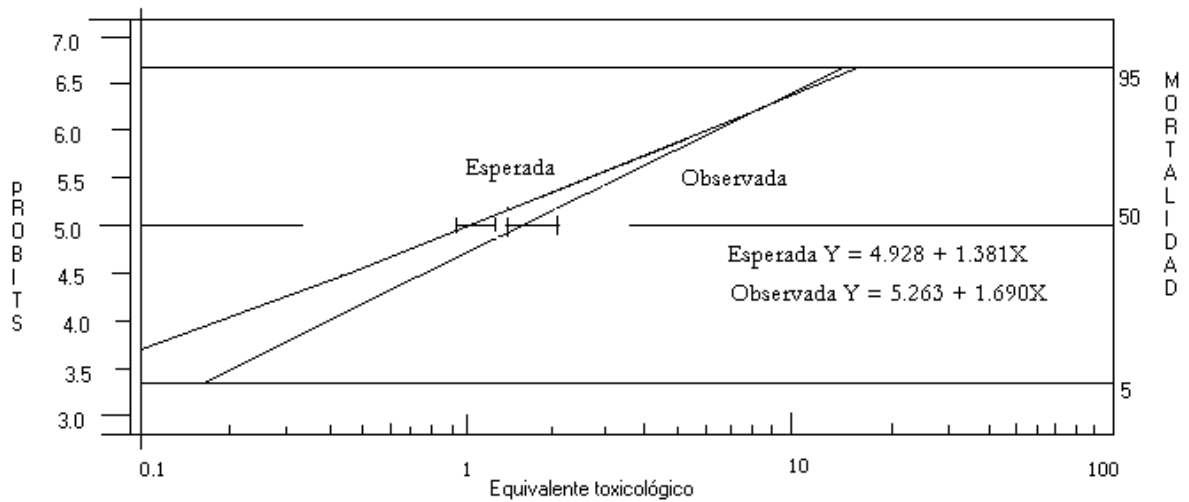
Al evaluar las mezclas a las 48 horas se obtuvieron coeficientes de cotoxicidad de 101.25, 141.56 y 97.04 para las mezclas de avermectina + dicofol, avermectina + óxido fenbutatin y dicofol + óxido fenbutatin respectivamente. Estos resultados indican acción similar, potenciación ligera y acción similar para cada mezcla.

**Evaluación de las mezclas por el método gráfico, wadley (1967)**

En el análisis gráfico de las mezclas se plantea la hipótesis de acción similar, es decir se especula que cada tóxico participa en la mezcla de tal modo que su toxicidad se suma a la del otro.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en cada mezcla por el método gráfico wadley .

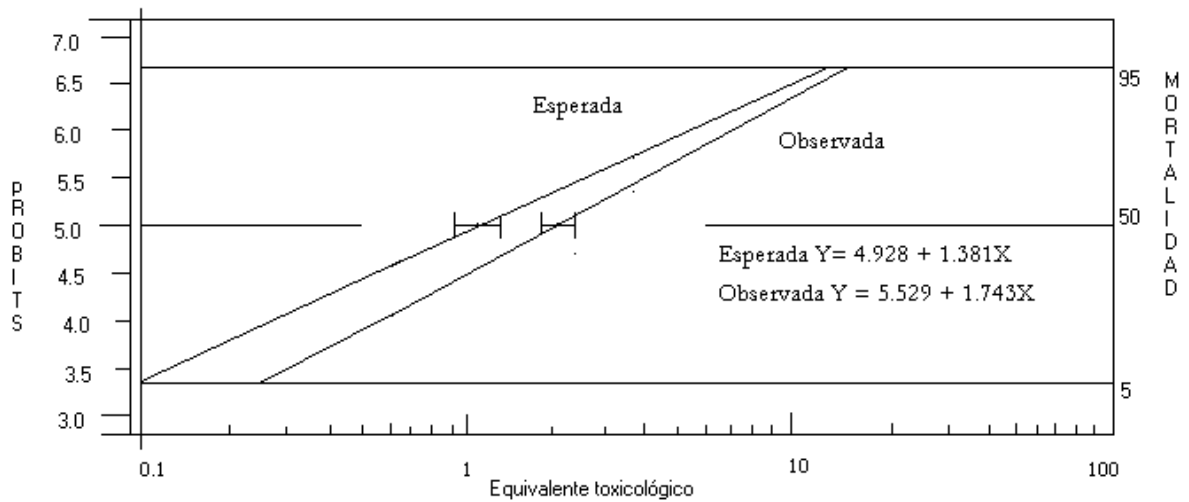
En la figura 8, se presentan las líneas de respuesta concentración – mortalidad de la acción conjunta esperada y acción conjunta observada para la mezcla de la avermectina + dicofol a las 24 horas. Para este caso en particular se observan que éstas se cruzan a nivel de la  $CL_{88}$  y la línea de acción conjunta observada se encuentra mas a la derecha, esto nos indica que debajo de la  $CL_{88}$  existe antagonismo y se obtuvo menor mortalidad que en la acción conjunta esperada, y al comparar los límites fiduciales a nivel de la  $CL_{50}$  resulta que no se traslapan. Por lo anterior podemos indicar que el tipo de acción presentada para esta mezcla fue de efecto antagónico.



**Figura 8.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + dicofol a 24 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*

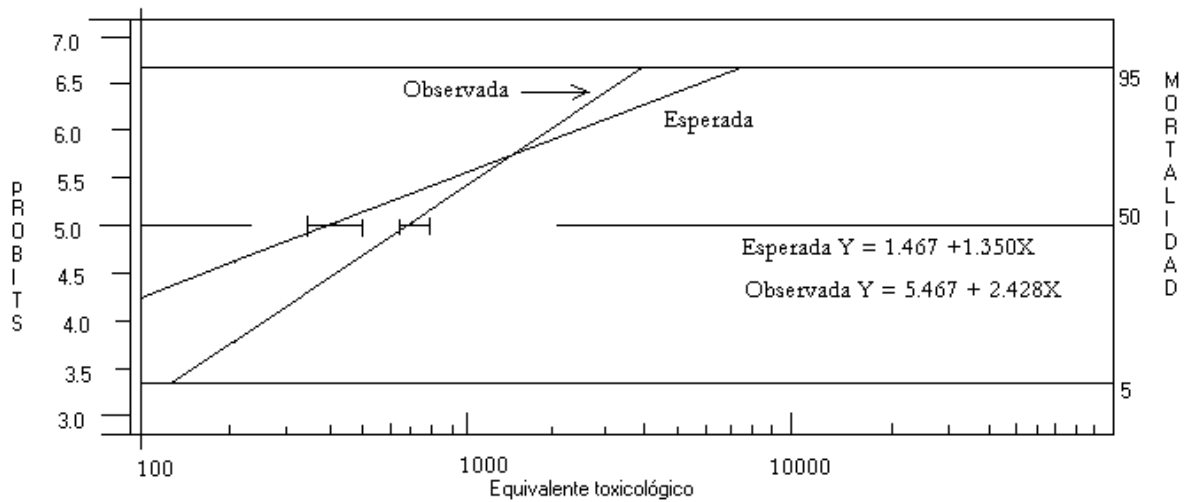
En la figura 9, se observan las líneas de respuesta concentración- mortalidad para la acción conjunta esperada y observada para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a las 24 horas.

Se observa que la línea de acción conjunta se encuentra más a la derecha que la línea de la acción conjunta esperada, lo que indica menor mortalidad en esta línea, este resultado nos indica que la mezcla presentó efecto antagónico al comparar los límites a nivel de la  $CL_{50}$



**Figura 9.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 24 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

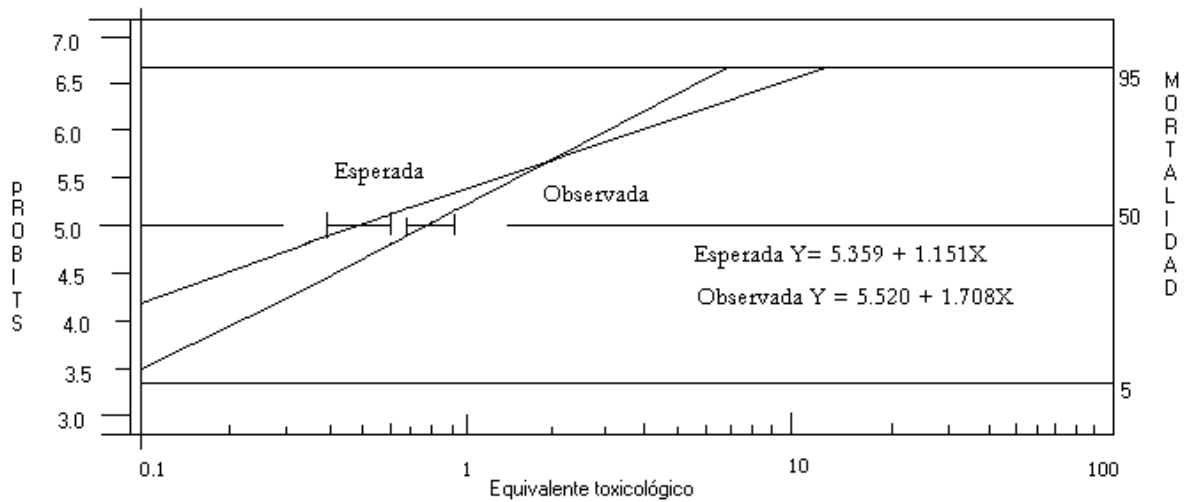
En la figura 10. encontramos las líneas de respuesta concentración – mortalidad para la acción conjunta esperada y observada de la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a las 24 horas. En estas líneas se observa que existe un cruce a nivel de la  $CL_{74}$  y también se puede ver que los porcentajes de mortalidad en la línea observada son menores ya que se encuentra más a la derecha, lo que indica un efecto antagónico para esta mezcla. Al tomar en cuenta los límites fiduciales de la  $CL_{50}$  para ambas líneas se observa que no existe traslape entre ellas, por lo tanto existe antagonismo en esta mezcla.



**figura 10.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 24 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

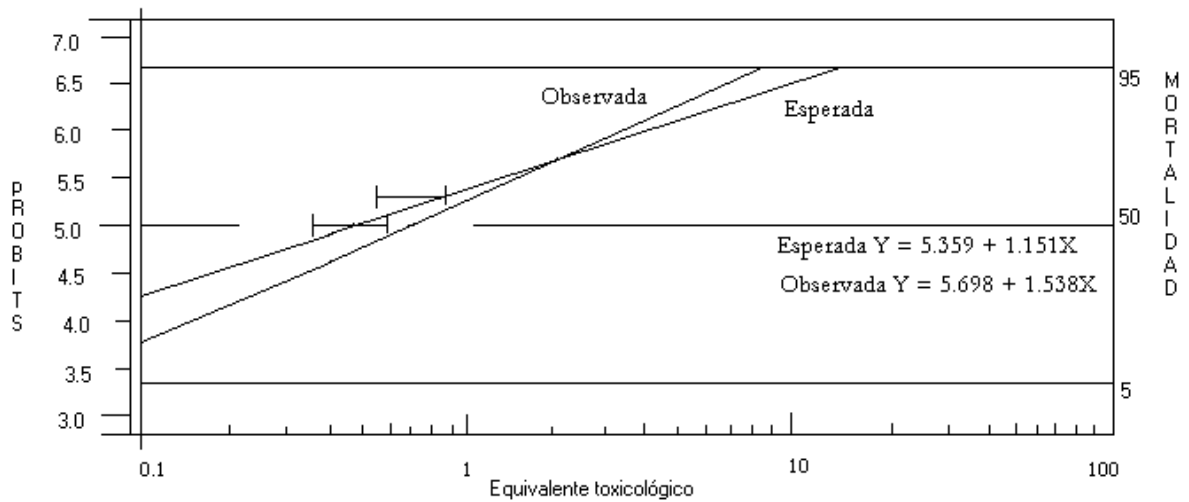
En la figura 11, se muestran las líneas de respuesta concentración – mortalidad de la acción conjunta esperada y observada de la mezcla avermectina + dicofol a las 48 horas. En este caso se presenta un comportamiento similar al que se obtuvo a las 24 horas. Se observa que las líneas de la acción conjunta esperada y observada se acercan y se cruzan en el extremo superior a nivel de la CL<sub>75</sub> y se separan en el extremo inferior, este comportamiento indica que la mezcla tuvo efecto antagónico, lo que se confirma al comparar los límites fiduciales, ya que no existe traslape en los límites a nivel de la CL<sub>50</sub>





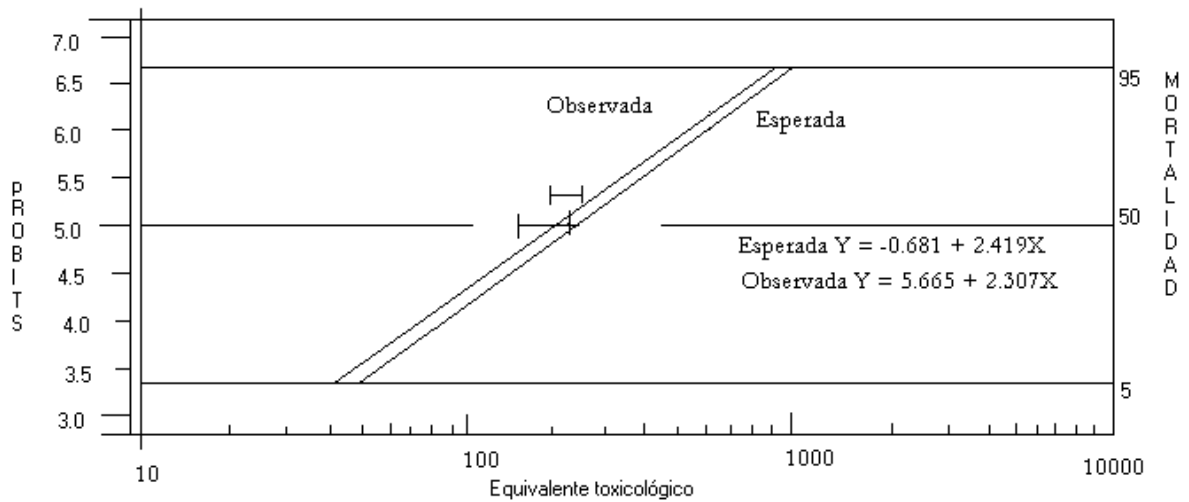
**figura 11.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + dicofol a 48 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*

Para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a las 48 horas en la figura 12, nos muestra las líneas de la acción conjunta esperada y observada para esta mezcla. Se observa que estas dos líneas se une a nivel de la  $CL_{76}$ , así también se puede ver que la línea de acción conjunta observada se encuentra más a la derecha, lo que indica que presentó menor mortalidad, estos resultados nos hacen pensar que la mezcla tuvo un efecto antagónico, pero al analizar los límites a nivel de la  $CL_{50}$  de ambas líneas se presenta un traslape, por lo cual se considera finalmente que esta mezcla tuvo efecto de acción similar.



**figura 12.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 48 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*.

Para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a las 48 horas, en la figura 13, se presentan las líneas de respuesta de acción conjunta esperada y observada; para esta mezcla se aprecia que las dos líneas son prácticamente paralelas y no se cruzan en ningún punto, también se puede apreciar que la línea acción conjunta observada se encuentra más a la izquierda lo que nos indica que se obtuvo mayor mortalidad para esta línea, lo que podemos asumir como potenciación para esta mezcla, sin embargo al analizar los límites fiduciales de la  $CL_{50}$  para ambas líneas se observa un traslape entre ellos lo que nos indica que en realidad el efecto es de acción similar.



**figura 13.** Análisis gráfico de acción conjunta para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 48 horas en hembras adultas de *Tetranychus urticae*

### Comparación de los métodos

A continuación se presenta un resumen del tipo de acción conjunta de las mezclas, según el método de coeficiente de cotoxicidad (Sun y Johnson, 1960) y el método gráfico de wadley (1967)

**Cuadro 13.** Comparación de resultados de la acción conjunta de las mezclas de avermectina+dicofol, avermectina+óxido de fenbutatin y dicofol +óxido de fenbutatin, determinados con los métodos de coeficiente de cotoxicidad y método gráfico a 24 y 48 horas.

<b>Mezclas</b>	<b>Acción conjunta</b>			
	<b>24 horas</b>		<b>48 horas</b>	
	<b>Coeficientes de cotoxicidad</b>	<b>Método Grafico</b>	<b>Coeficiente de cotoxicidad</b>	<b>Método Grafico</b>
aver + di	Antagonismo	Antagonismo	Acción similar	Antagonismo
aver +oxi fen	Acción similar	Antagonismo	Potenciación ligera	Acción similar
dic + oxi fen	Antagomismo	Antagonismo	Acción similar	Acción similar

Como se puede observar en el cuadro 13 , algunos resultados no son iguales para ambas métodos, por ejemplo en la mezcla avermectina + oxido fenbutatin, con el coeficiente de cotoxicidad se obtuvo acción similar y con el método gráfico se obtuvo antagonismo; al analizar los resultados de la mezcla a las 24 horas; así mismo para esta mezcla a las 48 horas se presentó que con el método de coeficiente de cotoxicidad la acción conjunta fue potenciación ligera y con el método Wadley se obtuvo acción similar.

En relación a la mezcla avermectina + dicofol a las 24 horas no existe diferencia entre los dos métodos de evaluación, ya que se obtuvo efecto antagónico para ambos casos; con la mezcla avermectina + dicofol a las 48 horas los resultados fueron diferentes según el método empleado, ya que con el coeficiente de cotoxicidad se presentó acción similar y con el método gráfico el efecto encontrado fue de antagonismo.

En lo referente a la mezcla de dicofol + oxido fenbutatin no se presentó diferencias en el tipo de acción obtenida para los dos métodos de evaluación, se obtuvo antagonismo a las 24 horas y acción similar a las 48 horas.

Una explicación de esta divergencia es que el método de Sun y Johnson solo estima el efecto al nivel de 50 % de mortalidad; sin tomar en cuenta los límites fiduciales, en cambio el método gráfico de wadley estima el efecto de las mezclas en todo el rango de mortalidades y toma en cuenta los límites fiduciales (Lagunes, 1980), por lo tanto el método de wadley es mas eficiente que el método de coeficiente de cotoxicidad.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que:

De los acaricidas estudiados, el producto más tóxico para la población estudiada a las 24 horas es la avermectina, seguido del dicofol y por último el oxido fenbutatin; a las 48 horas la avermectina de igual manera fue el producto mas tóxico, seguido del oxido fenbutatin y por último el dicofol.

De acuerdo con los resultados, el método de evaluación y el tiempo de exposición, se tiene que la mezcla avermectina + dicofol y dicofol + oxido fenbutatin presentaron un efecto antagónico y la mezcla avermectina + oxido fenbutatin presentó acción similar a las 24 horas y para las 48 horas la mezcla de avermectina + dicofol y dicofol + oxido fenbutatin presentaron un efecto aditivo, mientras que la mezcla avermectina + oxido fenbutatin mostró un efecto de potenciación ligera según el método de coeficiente de cotoxicidad

Según el método gráfico de wadley el efecto observado para las tres mezclas a las 24 horas fue de efecto antagónico , y para 48 horas las mezclas de avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin presentaron acción similar y por último la mezcla avermectina + dicofol presentó efecto antagónico.

Por lo que podemos mencionar que no se presentó potenciación en ninguna de las mezclas evaluadas, independientemente al método de evaluación y al tiempo de exposición.

#### **LITERATURA CITADA**

- Anaya, Rosas Socorro., J. Romero. 1999 Hortalizas plagas y enfermedades.. Ed. Trillas S. A. D. F. México. 1ª edición pp 281 – 282
- Allison, W. E; Doyt, A. E; Ardí, J. L; Kenaga, E. E; and Whitney, W. K. 1968 Laboratory evaluations of plictran miticide against two spotted spider mites. J. Econ. Entomol. 61: 1254- 1257
- Bonnemaison, L. 1975. Enemigos animales. Ed Oicos – Tau, S.A. España. 605p.
- Bobey, R. Y Michael Rochaix. 1977. La defensa de las plantas cultivadas. P 123
- Burges, H. D. And. N. W. Husey, 1971. Microbial control of insect and mites. Academic press. London. 861 p.
- CICLOPLAFEST. 1991. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Comisión Intersectorial Para el Control del Proceso y Uso del Plaguicida, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH-SEDUE-SS-SECOFI. 469 p.
- Crooker, A. 1985 Embryonic and Juvenile Development. En, Helle W. Y W.M Sabelis Edits. : Spider Mites Their Biology, Natura Enemies and Control. Vol. 1a Elsevier Sci. Publ . co. pp 149 – 160.
- Cruz, M.P ., G. J. Vera, E. Pardo y A. Lagunes 1984 Acaros fitófagos de los principales cultivos de México. Edits. : Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. pp 255 – 259
- Davidson, Ralph H. And William F. Lyon. 1992 plagas de insectos agrícolas y del jardín. México. Editorial Limusa.
- Diccionario de especialidades agroquímicos. 2000. Editorial PLM. México. P 137
- Dorestes, S. E. 1984. Acarología. IICA. Segunda edición. Ed. Aedos. Barcelona, España. 210 p
- Edge, V. E, and James, D. G. 1986 organotin resultance in *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae) in Australia J. Econ. Emtomol 79: 1477 – 1483
- Eidi, Sato Mario., Miyata, Tadashi., Marcos Da Silva, adalton Raga and De Souza, Filho Miguel Francisco (2004) selections for fenpyroximate resistnce and suceptibility, and inheritance, cross- resistance and stability

of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (acari: Tetranychidae) *App. Entomol. Zool.* 39: 293 – 302

- Estrada Coteró, S. Y Sánchez Galvez, Ma. Del C. 1990. Niveles de susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch en el cultivo del clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en la región de Villa de Guerrero a ocho acaricidas (ACARINA: TETRANYCHIDAE). publicación trimestral de difusión de la investigación científica - agronómica de la Uach. VOL. XIV No. 65 A.
- Estébanes, M.L. 1989. Acáros en Frutales del estado de Morelos. Instituto de biología de la UNAM y la 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 pesticide. *FAO plant protection Bull.* 27:29-32
- FIRA, 2000 (fideicomiso instituido en relación a la agricultura) Boletín de divulgación. No. 32
- Fierros, A. F. 1990. Análisis de acción conjunta de insecticidas en *Aedes aegypti* L. (Diptera culicidae), Chapingo México, pp 13 –14, 29 –30
- Flores, A.E., J. Landeros and M. H. Badii. 2000. Evaluation of populations parameters of *Tetranychus urticae* exposed to avermectin. *Southwestern Entomologist.* 25: (4)587-593 pp
- Gould, M. J. 1987. Protected Crops, Burn A. J., T. H Croaker y P.C Jepson, Edits: Integrated Pest. Management. Academic Press. pp 404-405
- 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 Store Inc.



- Landeros, F.J., N. Mora., M. Badii., Flores,A. E. . 2002 Effect of Sublethal concentrations of avermectin on populations parameters of *Tetranychus urticae* on strawberry. Southwestern Entomologist..27 : 283 – 289
- Lagunes, T. A. Y Villanueva, J. J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de postgrados en ciencias agrícolas. Montecillo, Edo. de México 264 p
- Lagunes Tejeda, Angel y J. Concepcion Rodriguez ,1988. Combate químico de plagas agrícolas en México. Chapingo México. 266 p.
- 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
- 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.
- March, R.B. 1958. The Chemistry and action of acaricidas. Annual Review of entomology 3: 355 – 376
- Matthews, G. A., 1987. Métodos para la aplicación de pesticidas. México: CECSA
- Meisterpro, I. R. 2002 farm chemical. Handbook
- Mullin, C. A. 1984. Host – related Alterations of Detoxification enzymes in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Envirument Entomolol. 12 (4). 1278 – 1282 pp
- Nelson, R.D and E.M Stanfford.1972. effects of gamma radiation on the biology and population suppression of the two- spotted spider mite *Tetranychus urticae Koch*. Hilgardia: 41:229-341
- Orlando, T. L. 1978. Memoria de VI simposio nacional de parasitología agrícola. Puerto Rico, Costa Rica
- Quintanilla, H. R. 1978. Ácaros fitófagos. Edit Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina, 344p.
- Pritchard, A. E. And Baker, E. W.. 1955. A revision of the spider mite family tetranychidae. En Helle, W y M. W. Sabelis Edits. Spider mites thier biology natural enemies and control.

- Sanchez, F. V; J. A. Wywan, and I. P. Ting. 1979. Morphological responses of straw berry leaves to infestations of twospotted spider mite. J. Econ. Entomol 72: 710 – 713.
- Shorey, H. H; Hale, R. L; and Voth, V. 1967. Comparison of soil and foliar applications of acaricides for control of the two- spotted mite on strawberries in Southern California. J. Econ. Entomol. Vol. 60: 1722-1724
- 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. 1992. Resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to Cyhexatin and Fenbutatin oxide in California pears. Journal Econ. Entomol Vol. 85 p 2088 - 2095
- Tuttle, M. D., E. W. Baker and J. M. Abbatiello. 1976. Spider mites of México (Acari: Tetranychidae). *Internacional Journal of Acarology*. 2 (2)
- 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.
- UCIPM, 1994. Integrated pest management for strawberries. Publicación 3351. 142 pp.
- Velasco, H y F. Pacheco, 1968. Biología morfológica y evaluación tóxica de acaricidas en la araña roja de la fresa *Tetranychus telarius* L. *Agrociencia* 3: 43 – 45
- Yañez, A.G. 1989 Respuesta de 6 variedades de crisantemo (*Crisanthemum morifolium* Ramat). Al ataque de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Dpto. de parasitología. UACH. Chapingo México.
- Youngh-Joon Ahn, Min Kwon, Jal- Ki yoo, and Sang – Ji byun. 1993 toxicity of flufenoxuron alone and in mixture with alphacypermethrin or fenbutatin oxide to *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (ACARI: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 86 : 1334 –1338.

## APENDICE

**CUADRO A14.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de avermectina a 24 horas

avermectina ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
2	133	45	65.60
1.5	130	51	60.11
1.0	133	76	41.91
0.5	121	87	26.89
0.25	124	96	21.28
0.10	131	118	8.42
testigo	123	121	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A15.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de avermectina a 48 horas

Avermectina ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
2	133	16	87.67
1.5	130	34	73.19
1.0	133	64	50.68
0.5	121	69	41.54
0.25	124	74	38.84
0.10	131	93	27.22
Testigo	123	120	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A16.** . Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de dicofol a 24 horas

Dicofol	ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
		Expuestos	Vivos	
1000		134	41	68.85
700		143	48	65.83
500		135	60	54.75
300		142	88	36.91
100		133	102	21.93
50		163	143	10.69
testigo		129	127	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A17.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de dicofol a 48 horas

Dicofol	ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
		Expuestos	Vivos	
1000		134	10	91.65
700		143	30	76.53
500		135	53	56.08
300		142	83	34.60
100		133	96	19.24
50		163	131	10.08
testigo		129	125	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A18.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de oxido febutatin a 24 horas

Oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
500	162	60	62.04
400	165	79	50.94
300	123	85	29.2
200	162	133	15.87
100	155	132	12.71
50	125	114	6.52
testigo	124	121	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A19.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de oxido fenbutatin a 48 horas

Oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
500	162	18	88.51
400	165	36	77.45
300	123	51	57.15
200	162	109	30.48
100	155	120	19.99
50	125	108	10.71
testigo	124	120	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A20.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla avermectina + dicofol a 24 horas.

Avermectina + dicofol ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
0.60 + 384	211	102	71.4
0.50 + 320	151	87	59.5
0.40 + 176	195	129	51.0
0.30 + 132	211	156	41.8
0.20 + 88	166	135	31.2
0.10 + 64	186	166	21.1
testigo	154	154	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A21.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla avermectina + dicofol a 48 horas.

Avermectina +dicofol ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
0.60 + 384	211	75	80.7
0.50 + 320	151	72	68.5
0.40 + 176	195	117	61
0.30 + 132	211	144	51.3
0.20 + 88	166	120	41.0
0.10 + 64	186	150	29.1
testigo	154	151	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A22.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 24 horas.

Avermectina + oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
0.60 + 264	155	57	81.4
0.50 + 220	213	96	71.0
0.40 + 176	203	108	60.5
0.30 + 132	205	126	51.9
0.20 + 88	189	130	40.0
0.10 + 64	213	168	27.0
testigo	247	241	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A23.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla avermectina + oxido fenbutatin a 48 horas.

Avermectina + oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
0.60 + 264	155	45	89.0
0.50 + 220	213	81	75.0
0.40 + 176	203	90	67.0
0.30 + 132	205	11	56.0
0.20 + 88	189	114	48.2
0.10 + 64	213	150	42.0
testigo	247	239	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A24.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 24 horas.

Dicofol + oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
480 + 330	224	35	86.1
320 + 220	163	46	71.0
256 + 176	186	78	57.0
192 + 132	177	96	40.0
128 + 88	204	137	25.0
64 + 64	223	174	16.2
testigo	125	123	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton

**CUADRO A25.** Respuesta de hembras adultas de *Tetranychus urticae* expuestas a diferentes concentraciones de la mezcla dicofol + oxido fenbutatin a 48 horas.

Dicofol + oxido fenbutatin ppm	Numero de individuos		% de mortalidad corregida <sup>&amp;</sup>
	Expuestos	Vivos	
480 + 330	224	30	86.6
320 + 220	163	40	74.0
256 + 176	186	72	67.0
192 + 132	177	90	56.0
128 + 88	204	129	40.0
64 + 64	223	168	17.0
testigo	125	121	0

<sup>&</sup>Por Henderson y Tilton



CUADRO A26. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla avermectina + dicofol y los porcentajes de mortalidad esperada y observada a 24 horas

CLA	+	CLA	(EM)	(RT)	=	ETC	Mortalidad	
							Exp.	Obs
0.22	+	0.22	366.2	0.0026	=	0.439	29	18
0.45	+	0.45	366.2	0.0026	=	0.878	44	34
0.67	+	0.67	366.2	0.0026	=	1.317	54	45
0.90	+	0.90	366.2	0.0026	=	1.750	61	54
1.12	+	1.12	366.2	0.0026	=	2.190	66	60
1.36	+	1.36	366.2	0.0026	=	2.630	70	65

CUADRO A27. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla de avermectina + oxido fenbutatin, y los porcentajes de mortalidad esperada y observada a 24 horas

CLA	+	CLA	(EM)	(RT)	=	ETC	Mortalidad	
							Exp.	Obs
0.26	+	0.26	343	0.0039	=	0.614	36	17
0.52	+	0.52	343	0.0039	=	1.228	52	33
0.78	+	0.78	343	0.0039	=	1.842	62	45
1.04	+	1.04	343	0.0039	=	2.456	68	54
1.30	+	1.30	343	0.0039	=	3.070	73	59
1.56	+	1.56	343	0.0039	=	3.684	76	65

CUADRO A28. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla de dicofol + oxido fenbutatin, y los porcentaje de mortalidad esperada y observada a 24 horas

CLA	+	CLA	(EM)	(RT)	=	ETC	Mortalidad	
							Exp.	Obs
82.4	+	82.4	1.08	1.448	=	211.33	35	11
164.4	+	164.4	1.08	1.448	=	422.66	50	31

247.2	+ 247.2	1.08	1.448	633.99	60	46
239.6	+ 239.6	1.08	1.448	845.32	66	59
412.0	+ 412.0	1.08	1.448	1056.65	71	68
618.0	+ 618.0	1.08	1.448	1584.98	78	81

CUADRO A29. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla avermectina + dicofol y los porcentajes de mortalidad esperada y observada a 48 horas

CLA	+	CLA	(EM)	(RT)	=	ETC	Mortalidad	
							Esp.	Obs
0.097	+	0.097	656.4	0.0035	=	0.321	42	25
0.195	+	0.195	656.4	0.0035	=	0.642	55	43
0.292	+	0.292	656.4	0.0035	=	0.964	63	55
0.390	+	0.390	656.4	0.0035	=	1.285	68	63
0.487	+	0.487	656.4	0.0035	=	1.607	72	70
0.585	+	0.585	656.4	0.0035	=	1.928	76	74

CUADRO A30. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla avermectina + oxido fenbutatin y los porcentajes de mortalidad esperada y observada a 48 horas

CLA	+	CLA	(EM)	(RT)	=	ETC	Mortalidad	
							Esp.	Obs
0.097	+	0.097	451.2	0.0072	=	0.414	47	36
0.195	+	0.195	451.2	0.0072	=	0.828	61	53
0.292	+	0.292	451.2	0.0072	=	1.242	68	63
0.390	+	0.390	451.2	0.0072	=	1.657	73	71
0.487	+	0.487	451.2	0.0072	=	2.071	76	76
0.585	+	0.585	451.2	0.0072	=	2.485	79	80

CUADRO A31. Equivalentes toxicológicos calculados (ETC) para la mezcla dicofol + oxido fenbutatin y los porcentajes de mortalidad esperada y observada a 48 horas

<b>CLA</b>	<b>+</b>	<b>CLA</b>	<b>(EM)</b>	<b>(RT)</b>	<b>=</b>	<b>ETC</b>	<b>Mortalidad Esp. Obs</b>	
44.6	+	44.6	1.43	0.5731	=	81.27	15	17
89.3	+	89.3	1.43	0.5731	=	162.74	37	40
133.8	+	133.8	1.43	0.5731	=	243.83	52	56
178.4	+	178.4	1.43	0.5731	=	325.11	66	67
223.0	+	223.0	1.43	0.5731	=	406.39	73	74
334.5	+	334.5	1.43	0.5731	=	609.59	84	86

CUADRO A32. Coeficiente de cotoxicidad de las mezcla de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin y tipo de acción conjunta a 24 horas

<b>Mezcla</b>	<b>ITA</b>	<b>ITB</b>	<b>CL<sub>50</sub> M</b>	<b>ITM</b>	<b>TEM</b>	<b>CCT</b>	<b>Tipo de acción</b>
Aver + dic	100	0.274	288.86	0.391	0.572	68.21	Antagonismo
Aver + oxi fen	100	0.252	222.49	0.506	0.501	100.87	Accion similar
Dic + oxi fen	100	92.41	551.00	74.84	96.06	77.88	Antagonismo

CUADRO A33. Coeficiente de cotoxicidad de las mezcla de avermectina + dicofol, avermectina + oxido fenbutatin y dicofol + oxido fenbutatin y tipo de acción conjunta a 48 horas

<b>Mezcla</b>	<b>ITA</b>	<b>ITB</b>	<b>CL<sub>50</sub> M</b>	<b>ITM</b>	<b>TEM</b>	<b>CCT</b>	<b>Tipo de acción</b>
Aver + dic	100	0.151	159.37	0.305	0.302	101.52	Acción similar
Aver + oxi fen	100	0.218	78.60	0.620	0.438	141.56	Poten. ligera
Dic + oxi fen	100	69.44	280.16	79.59	82.00	97.04	Acción similar

