

POTENCIACION DE LA MEZCLA DE UN INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO, TRIFLUMURON Y DEL PIRETROIDE DECAMETRINA. EFECTO LARVICIDA Y EMERGENCIA DE ADULTOS

Aguileo Lozoya Saldaña¹
Ana Luisa Guzmán Luna²
Luis Alberto Aguirre Uribe³

RESUMEN

Una práctica común en la agricultura, es la utilización de mezclas de insecticidas, que puede permitir una mejor relación costo-beneficio, cuando existe potenciación de éstas. Esta investigación pretende generar información respecto a la utilización de la mezcla de 2 insecticidas de diferente grupo toxicológico, como es el triflumurón y la decametrina, con la posibilidad de utilización práctica en los insectos plaga, que de acuerdo a su biología así lo permitan.

Con la mezcla de ambos compuestos a partes proporcionales (0.05 ppm) se observó un efecto aditivo de toxicidad; además, a esta dosis, la emergencia de adultos fue igual a cero.

INTRODUCCION

El combate de las plagas en México, está basado principalmente en el uso de insecticidas, no obstante de que existen otras posibles alternativas de

¹ Ing. M.C. y ³ Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN

² Tesista

control. Consecuentemente, se han intensificado las investigaciones con nuevos y diferentes agentes químicos, que han dado origen a diversos grupos de insecticidas que actúan de modo muy particular.

Así, de esta manera, se han creado los denominados grupos toxicológicos, que consisten en que los insecticidas de un determinado grupo poseen estructuras químicas semejantes y, consecuentemente, propiedades similares. Los insecticidas órgano-clorados, órgano-fosforados, carbámicos, piretroides y derivados de las fenil urea benzilada, son ejemplos de estos grupos.

Uno de los grupos más recientemente sintetizados, son los inhibidores de crecimiento, derivados de la fenil urea benzilada, que inhibe la formación de la quitina en el desarrollo del insecto. Son compuestos muy específicos que no afectan a los vertebrados, además de que no dañan parásitos ni abejas. Otro grupo de insecticidas modernos son los piretroides, compuestos que presentan estructuras químicas muy similares a las piretrinas naturales, extraídas de la planta *Chrysanthemum cinerifolium*, *Chrysanthemum coccineum* y plantas afines.

Una práctica común en la agricultura es la utilización de mezclas de insecticidas, ya sea del mismo o diferente grupo toxicológico, con sus debidas justificaciones y limitantes. Normalmente la aplicación de mezclas se justifica cuando: a) un solo producto no es activo contra un complejo de plagas; b) existe potenciación, o aumento de la efectividad de los componentes de la mezcla; c) aumenta el espectro de acción de la mezcla; y d) las poblaciones silvestres tardarán más en mostrar resistencia a las mezclas, pues los individuos que no son eliminados por un insecticida, lo son por el otro. (Santacana y Borderias, 1971; Lagunes, 1982; Carrillo, 1984).

El uso de mezclas en las que existen sinergismo, o cuando menos acción aditiva, puede eventualmente permitir una mejor relación costo-eficacia. Así, un insecticida que es altamente efectivo y costoso, puede usarse en combinación con otro producto, o insecticida más barato, en el combate de una plaga determinada (Hewlett, 1969, citado por Carrillo, 1984).

Por otro lado, dentro de las limitaciones para el uso de mezclas de insecticidas, es que éstas pueden favorecer el desarrollo de resistencia múltiple y proporcionar abusos en la utilización de los insecticidas, pues se ha llegado al extremo de aplicar más de 5 insecticidas en una aplicación, además causan una mayor contaminación ambiental, aumento de los costos y difi-

cultan tratar médicamente a los intoxicados (Carrillo, 1984). Con frecuencia al ser mezclados los productos reaccionan entre sí neutralizándose, además de que pueden dar origen a productos fitotóxicos (Santacana y Borderias, 1971).

La presente investigación pretende generar información respecto a la utilización de la mezcla de insecticidas de diversos grupos toxicológicos, para lo cual se planteó el siguiente objetivo:

Evaluar la posible presencia de potenciación, o antagonismo de la mezcla triflumurón + decametrina, con la posibilidad de utilización práctica de las plagas que así lo permitan.

REVISION DE LITERATURA

El presente capítulo consta de temas relacionados a esta investigación, tales como una breve historia de las mezclas de plaguicidas, así como también información de los insecticidas decametrina y triflumurón, utilizados en este trabajo.

Mezcla de Insecticidas

Las mezclas de insecticidas han sido una práctica común en la agricultura, las primeras se realizaban empíricamente; ejemplos de ellas son. el verde de parís, el púrpura de londres, emulsión de queroseno, jabón unido a quassia y otros compuestos (Howard, 1930; Essing, 1931). Posteriormente, en 1940, Eagleson, citado por Cremlyn (1982), realizó las primeras mezclas con propósitos sinergistas, y así mezcló el piretro con aceite de sésamo, aunque este último no tenía actividad insecticida; este autor observó que aumentaba la efectividad insecticida del primero. El butóxido de piperonilo fue utilizado con fines sinergistas un tiempo después y es el único compuesto que, como tal, se usa en la actualidad comercialmente (Cremlyn, 1982).

Con la aparición del DDT en los años cuarenta, se inicia la época de los insecticidas organosintéticos, y así se aumentó la posibilidad de que el hombre dispusiera de más productos para realizar mezclas. Los órdenes de insectos en los que se han empleado más mezclas son el Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, principalmente en cultivos como algodón y maíz; la razón práctica para emplear las mezclas, es que se reduce el costo por aplicación y se pueden controlar varias plagas simultáneamente. Sería interminable mencionar todas las mezclas que se han realizado, por lo que sólo se ejemplificarán algunas.

Shepard (1951), reporta que con el uso de mezclas de productos químicos contra nemátodos en raíz de la calabaza, como son el dicloropropano y dicloropropileno, se obtuvo muy buen control. Así mismo Roussel *et al.* (1959) reportaron potenciación entre toxafeno-DDT (2:1) contra *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). Martín y Misticic (1964), observaron que *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) en Texas EUA, fue controlado eficazmente con las mezclas: endrín-DDT (1:1), toxafeno-DDT (2:1), lindano-DDT (3:5) y ENP-DDT (1:2). Lowry y Berger (1964) reportan que la mezcla BHC-DDT (1:5) mostró efectos de potenciación, mientras que la mezcla toxafeno-DDT (2:1) sólo fue de acción aditiva; esto en *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae).

Monsour *et al.* (1966) evaluaron mezclas de insecticidas fosforados sobre *Prodenia litura* (Lepidoptera: Tortricidae) y reportaron efectos de potenciación en las mezclas de parathión metílico-EPN, malathión-EPN, malathión-carbofentón, y efectos antagónicos en las mezclas de parathión metílico-azinfosmetil, parathión metílico-diclorvos, parathión metílico-malathión. Mc Garr y Wolfenbarger (1969), demostraron que la mezcla toxafeno-DDT-parathión metílico, no tuvo potenciación contra plagas de algodón. Yun (1972), reportó buena efectividad en mezclas de carbaryl-sesamex contra *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Zeid *et al.* (1973), realizaron 41 tratamientos que consistían en insecticidas fosforados solos y en mezclas a diferentes dosis y a diferentes formulaciones, contra *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), y obtuvieron buenos resultados en larvas, con las mezclas endrín-leptophos (1:1) y toxafeno-DDT-parathión metílico, entre otras.

Wolfenbarger (1973), reportó que la proporción de toxafeno-DDT para el control de *Heliothis zea* y *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) era de (1:1) para el primero y de (2:1) para el segundo. Nettles y Bets (1975), obtuvieron efecto de potenciación contra *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) al mezclar toxafeno-DDT (2:1). Durant (1979), determinó que *Heliothis zea* y *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) son controlados eficazmente con las mezclas de fenvalerato-metomil, y agrega que la mezcla toxafeno-parathión metílico ya no es efectiva contra *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), pues ha creado resistencia para ambos insecticidas.

Attia *et al.* (1980) reportaron que la mezcla de malathión-diclorvos-diazinón, con butóxido de piperonilo y DEF, mostró buen efecto contra

larvas de *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Habib y García, citados por Carrillo (1984), reportaron en 1981, en Brasil, que con la mezcla permetrina-parathión metílico, el efecto tóxico de la permetrina es incrementado por el organofosforado; esto es válido para la aplicación contra larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Así mismo El-Guinday *et al.* (1981) citados por el mismo autor, trabajaron con una colonia susceptible de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) en Egipto, y encontraron que la acción conjunta fue de potenciación en las combinaciones cipermetrina-clordimeform y fenvalerato-clordimeform. Koziol y Witkowski (1982), reportaron que las mezclas de parathión metílico-permetrina, y clorpirifospermetrina, muestran potenciación, pues son más tóxicos que los productos aplicados individualmente; pero, en cambio, en la mezcla malathión-permetrina, no hay potenciación en *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae).

Rajakulendran y Plapp (1982) reporta que existe potenciación entre clordimeform-cipermetrina, clordimeform-phenotrina, clordimeform-tralometrina, clordimeform-fluvinat en *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) y *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae).

Sinergismo, Antagonismo y Potenciación

Si se mezclan 2 productos, A y B, de los que uno al menos es insecticida, pueden ocurrir 3 posibilidades: la eficiencia de la mezcla puede ser mayor, menor o igual a la suma de eficiencias individuales; si hay aumento de eficiencia y el segundo producto es inactivo como insecticida, se le llama sinergismo; pero, si hay aumento de eficiencia debido a la adición de un producto que también es insecticida, se le llama potenciación; y si hay una disminución de eficiencia, entonces en cualquiera de los casos se le denomina antagonismo (Shepard, 1951; Blas 1963; Gunther y Jeppdon, 1964; O'Brien, 1967; Romoser, 1973, Barbera, 1976).

El hombre empezó a darse cuenta de estas reacciones, al principio empíricamente; actualmente investigaciones bioquímicas revelan algunas de las causas fundamentales de estos procesos (Busvine, 1980).

El mismo autor reporta que el sinergismo o antagonismo dependen, entre otros factores, de la inhibición de varios sistemas enzimáticos. Así, el sinergismo resulta de la supresión de un sistema detoxificante, por el cual se conserva de esta manera la toxicidad del producto. En algunos casos, sin

embargo, los compuestos usados como insecticidas necesitan ser potenciados por enzimas propias del insecto, para producir un efecto más tóxico (ejemplo, la conversión de P = S en compuestos organofosforados a P = O, ó la oxidación de aldrín a dieldrín). El efecto final de un sinergista, depende más si es o no inhabilitado al sistema de potenciación, más que el de detoxificación.

Las rutas por las que los sinergistas inhabilitan los sistemas enzimáticos no están completamente entendidas. A menudo los sinergistas son metabolizados por las enzimas, y uno de esos metabolitos pueden bloquear más adelante, la acción en alguna ruta detoxificante. Los sinergistas pueden actuar como un sustrato alternativo para la enzima, teniendo más afinidad hacia ésta que el pesticida. La causa por la que los sinergistas son involucrados en sistemas enzimáticos particulares, es que tienden a ser específicos en ciertas sendas detoxificantes, y pueden ser usados como herramienta de investigación para indicar el mecanismo particular responsable de la tolerancia o resistencia del insecto al insecticida. Existen, por ejemplo, mezclas de fosforados o insecticidas carbamados, las cuales muestran potencia más grande de lo que se esperaba. Algunos organofosforados tienden a inhibir la enzima detoxificante carboxylesterasa, más fuertemente que la enzima colinesterasa así, facilita la acción de otros insecticidas inhibidores de la colinesterasa (Busvine, 1980).

Sinergismo en Benzofenilureas

El sinergismo es un factor importante para la correcta utilización de las mezclas de productos químicos con fines insecticidas, así en las benzofenilureas es relevante por las razones que se exponen: La primera es que el sinergismo puede ser usado como un método rápido para seguir nuevas rutas de metabolismo para estos insecticidas, en diferentes especies de insectos; así por ejemplo, se cree que la hendedura del puente de urea en estos compuestos, puede ser la base para la existencia crítica de toxicidad en *Platynota stultana* (Lepidoptera: Tortricidae). Un metabolismo oxidativo, si bien puede ocurrir, no es crítico para la toxicidad (Granett y Hejazi, 1983). La segunda área de significancia concierne al mejoramiento del campo y la eficiencia de las benzofenilureas (Granett y Hejazi, 1983). La tercera área de importancia se refiere a la resistencia de los insectos, ya que pruebas de laboratorio indican que algunas especies tienen la capacidad de resistencia a las benzofenilureas (Pimprikar y Georghiou; Abbasy *et al.*, citados por Granett y Hejazi, 1983).

Sinergismo en Piretroides

Los sinergistas son compuestos de elevado precio, pero si se toma en cuenta que los piretroides tienen un valor mucho mayor, el uso de los primeros se justifica en la utilización de las mezclas (Barbera, 1976, Cremlyn, 1982). Así, el sinergismo en piretroides dio principio con el aceite de sésamo, seguido por: el butóxido de piperonilo, bucarpolate, piperonil, cicloneno, safroxan, tropital, propil-isome y sulfoxide, entre otros. Todos ellos derivados del metildioxifenil (Barbera, 1976).

Actualmente se trata de realizar investigaciones en las que se busca aumentar la efectividad y campo de acción de los piretroides, mezclándolos, ya no con sus componentes habituales, sino que se han obtenido buenos resultados de sinergismo y potenciación con mezclas de organofosforados-piretroides y clordimeform-piretroides (Koziol y Witkowski, 1982, Rajakulendran, 1982).

Jao y Casida, citados por Georghiou (1980), reportan que el sinergismo entre los piretroides resmetrina y tetrametrina, adicionados por un compuesto tradicionalmente usado para inducir sinergismo, el DEF, inhiben las esterasas que hidrolizan los piretroides.

Resistencia a Inhibidores de Crecimiento

Hasta el momento se tienen evidencias de que existe resistencia a inhibidores de crecimiento. Trabajos realizados por Brown *et al.* (1978), en *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) y *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) y de Georghiou, citado por Lagunes (1982), en *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), reportaron resistencia hacia el diflubenzurón, un compuesto del grupo de los inhibidores del crecimiento; se cree que esta resistencia se deba al incremento de degradación del químico vía oxidativa. En cuanto a los insecticidas de este grupo, más recientemente sintetizados como el trifumurón, aún no se ha reportado resistencia hacia éste.

Resistencia a Piretroides

La resistencia de los insectos a los piretroides se encuentra basada en los siguientes mecanismos:

- a) Insensibilidad en el sitio de acción, que también se conoce como Kdr; esto es que se manifiesta una falta de sensibilidad en el tejido nervio-

so al tóxico (Tsukamoto *et al.*, Nolan *et al.*, Chadwick *et al.*, Miller *et al.*, De Vries y Georghiou, citados por Lagunes, 1982).

b) Menor penetración del tóxico (Sawiki y Lord; Farnham, citados por Lagunes, 1982).

c) Mayor metabolismo del insecticida por oxidasas (Fine *et al.*, Oppenhoorth y Welling, Parasittisuk y Busvine, citados por Lagunes, 1982).

Estudios realizados con: *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cicimidae) (Cole y Clarck, 1961); *Pediculus humanus* (Anoplura: Pediculidae); *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) Blackith citado por Cole y Clarck, (1961); *Boophilus decoloratus* (Acarina, Ixodidae) (Whitehead, citado por Cole y Clarck, 1961); *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae)(Plapp y Hoyer, 1968); *Plodia interpunctella* (Diptera: Pyralidae); *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae)(Zettler *et al.* 1973), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)(Farnham, citado por Elliot *et al.* 1978); *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae)(Priester y Georghiou, 1979) y; *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)(Shour y Crowder, 1980), han mostrado resistencia en mayor o menor grado hacia piretroides.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos resultantes de la aplicación de diversas dosis del inhibidor de crecimiento, triflumurón y del piretroide decametrina, así como la mezcla de ambos en partes proporcionales, en larvas de mosca mexicana de la fruta, para determinar la compatibilidad de estos productos, pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos, y observar si es posible obtener potenciación de esta mezcla. Se desarrolló en el laboratorio de cría de insectos del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se contó con la colaboración del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA) en cooperación con la Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en Monterrey, que proporcionó el material biológico, así como algunos constituyentes de la dieta de la larva.

El diseño experimental utilizado consistió en un diseño de bloques al azar con arreglo combinatorio; cada tratamiento estuvo compuesto de 5 dosis y 3 repeticiones semanales, para evitar el sesgo por manejo, y en cada una de las repeticiones semanales 4 repeticiones estadísticas, o unidades experimentales. Los tratamientos y dosis de este bioensayo fueron:

Tratamiento No. 1
aplicación de triflumurón

Dosis en ppm de triflumurón en
relación vol./vol.

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

Tratamiento No. 2
aplicación de decametrina

Dosis en ppm de decametrina en
relación peso/vol.

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

Tratamiento No. 3
Aplicación de triflumurón +
decametrina en partes
proporcionales

Dosis en ppm de triflumurón+
decametrina en relación
vol: peso: vol

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

La aplicación de los tratamientos y dosis, en cuanto a la administración del tóxico, se hizo al momento de preparar la dieta larval, en forma de suspensión acuosa, para una distribución uniforme del mismo. La dosis está en relación peso/volumen, y/o volumen/volumen, de acuerdo a la formulación del producto y al estado líquido del agua. La preparación de ésta, es similar a la realizada normalmente para la cría de laboratorio, en cuanto a ingredientes y cantidades.

Cada una de las repeticiones estadísticas consistió en recipientes plásticos, que contenían 50 g de dieta y 50 larvas no mayores de 3 días. Los recipientes se cubrieron con sus tapas y orificios de ventilación y se colocaron en la estantería de la cámara bioclimática, a temperatura controlada de 28°C y con un 80% de humedad relativa. Cuando las larvas permanecían 5 días en la dieta, se les transfería a un medio para pupar, consistente en vermicu-

lita húmeda; al hacer este cambio se desecharon las larvas muertas, para esto se tomó como base eliminar las de color obscuro y que no respondieron con movimiento al toque del pincel. Posteriormente, a los 7 días, las pupas obtenidas se separaron, limpiaron y clasificaron en pupas normales y anormales, teniendo en cuenta características de color, forma, tamaño y consistencia, así como por comparación visual de las pupas del tratamiento testigo. Las pupas de cada repetición fueron colocadas por separado en contenedores para la emergencia de adultos, tomándose como límite 18 días; después se cuantificaba la emergencia de adultos normales y anormales.

Los datos se analizaron por medio de un análisis de varianza trifactorial en bloques al azar, con arreglo combinatorio; cada tratamiento estuvo compuesto por 5 dosis y 3 repeticiones semanales. El factor productos consistió en triflumurón, decametrina y la mezcla de ambos. Los niveles del factor dosis fueron el testigo, 0.01 ppm, 0.10 ppm, 1.00 ppm y 3.00 ppm y por último, el factor dosis por producto.

Para interpretar el análisis de varianza factorial para el factor productos, se usó la prueba de rango múltiple de diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de significancia del 5%. Para interpretar el factor dosis, al existir diferencia significativa, se evaluó la tendencia de la respuesta mediante un ajuste polinomial del cuarto grado, obteniendo así una serie de ecuaciones a las que, mediante diferencia de sumatorias, se obtiene la ecuación que resulta significativa para representar la respuesta gráficamente. En el factor dosis por producto se procedió en forma semejante como en el factor producto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos Generales del Estudio y Mortalidad de Larvas

Los resultados del trabajo han sido agrupados en el Cuadro 1, de acuerdo a las cantidades sumadas de las 4 repeticiones por tratamiento (200 larvas por tratamiento) para pupas normales y anormales, así como también para la emergencia de adultos y para cada una de las fechas, para promediar los resultados de éstas y dados en porcentaje (Cuadro 2), para minimizar los efectos adversos de manejo y heterogeneidad del pie de cría, proveniente del laboratorio de cría y esterilización de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*, en Monterrey, N.L.

Los datos generales sobre la mortalidad de larvas (Cuadro 2), que fueron depositadas en el alimento contaminado, no presentan una tendencia

Cuadro 1. Pupas normales (PN), pupas anormales (PA) y emergencia de adultos (EA) provenientes de la aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B) a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. ludens* 200 larvas por fecha. Saltillo, Coah. 1986.

Dosis (ppm)	Triflumurón (A)								
	Fecha 1			Fecha 2			Fecha 3		
	PN	PA	EA	PN	PA	EA	PN	PA	EA
0	117	52	62	122	73	158	164	29	159
0.01	120	61	113	119	79	151	150	42	176
0.10	68	113	50	82	105	97	102	95	140
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dosis (ppm)	Decametrina (B)								
	Fecha 1			Fecha 2			Fecha 3		
	PN	PA	EA	PN	PA	EA	PN	PA	EA
0	125	52	153	174	24	191	58	69	101
0.01	121	60	150	160	33	188	90	74	138
0.10	157	45	192	159	39	188	71	75	124
1.00	100	93	184	131	57	182	23	95	71
3.00	36	125	123	88	75	147	14	98	59

Dosis (ppm)	Triflumurón + Decametrina (A + B)					
	Fecha 1			Fecha 2		
	PN	PA	EA	PN	PA	EA
0	96	102	154	109	73	144
0.01	46	151	146	115	82	144
0.10	18	176	106	63	116	90
1.00	0	150	0	5	168	0
3.00	0	153	0	10	179	0

Cuadro 2. Porcentaje de larvas muertas (LM), pupas normales (PN), pupas anormales (PA) y emergencia de adultos (EA) de las diferentes fechas de aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B) a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1986.

Triflumurón (A)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	7.17	67.2	25.65	63.15
0.01	4.84	64.8	30.30	73.30
0.10	5.84	42.0	52.15	47.80
1.00	100.00	0	0	0
3.00	100.00	0	0	0

Decametrina (B)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	16.33	59.5	24.15	74.15
0.01	10.34	61.8	27.80	79.30
0.10	9.00	64.5	26.50	84.00
1.00	16.83	42.3	40.80	72.80
3.00	27.33	23.0	49.65	54.80

Triflumurón + Decametrina (A + B)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	5.0	51.25	43.75	72.25
0.01	1.5	40.25	58.25	72.75
0.10	6.75	20.25	73.00	49.00
1.00	19.25	1.25	79.50	0
3.00	14.50	2.50	83.00	0

normal de acuerdo al incremento de la dosis, comparado con el testigo correspondiente. Así se tiene que, para el producto (A)*, el testigo presentó una mortalidad del 7.17%, y las dosis de 0.01 y 0.10 ppm, presentan 4.84% y 5.84% de larvas muertas; para dosis de 1.00 y 3.00 ppm la mortalidad fue del 100%. Para el compuesto (B) se presenta el caso de que en el testigo se tiene mayor mortalidad (16.33%), en comparación a las dosis más bajas que son: 10.34% y 9.0% para 0.01 y 0.10 ppm, respectivamente; para las dosis de 1.00 y 3.00 ppm la mortalidad fue de 16.83% y 27.33%, respectivamente. En la mezcla A+B, igual que para A y B en forma separada, el testigo presenta mayor mortalidad que es de 5.0% en relación a la dosis más baja (0.01 ppm) que fue de 1.5%, mientras que a dosis de 0.10 ppm la mortalidad fue de 6.75%, y en las dosis de 1.00 y 3.00 ppm fue de 19.25% y 14.5% de larvas muertas.

Emergencia de Adultos

A los resultados obtenidos de emergencia de adultos que provenían de larvas criadas en alimento contaminado, a diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), se les evaluó por medio de un análisis de varianza factorial.

Al efectuarse el análisis de varianza, se eliminó la fecha III (Cuadro I) para el compuesto triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), para uniformizar el mismo; paralelamente se transformaron los datos a porcentaje (Cuadro 3), y se tomaron como repeticiones las fechas I y II,

En el análisis de varianza (Cuadro 4), se observa diferencia altamente significativa para los tratamientos; se incluyeron en éstos los compuestos o productos y las dosis, así como también productos por dosis; no se encontró significancia en repeticiones.

Al presentarse diferencia altamente significativa para los tratamientos, se procedió a hacer una comparación de las medias de los mismos; primero para productos por medio de una prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

* = En este trabajo se utilizarán las literales indicadas para los productos correspondientes.

A = triflumurón

B = decametrina

A+B = mezcla triflumurón + decametrina

Cuadro 3. Porcentaje de adultos emergidos de las fechas I y II, proveniente de la aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*, 200 larvas por repetición. Saltillo, Coah. 1986.

Producto	Dosis	I	II	
A	0	31.0	79.0	100.0
	0.01	56.5	75.5	132.0
	0.10	25.0	48.5	73.5
	1.00	0.0	0.0	0.0
	3.00	0.0	0.0	0.0
B	0	76.5	95.5	172.0
	0.01	75.0	94.0	169.0
	0.10	96.0	94.0	190.0
	1.00	92.0	91.0	183.0
	3.00	61.5	73.5	135.0
A+B	0	77.0	72.0	149.0
	0.01	73.0	72.0	145.0
	0.10	53.0	45.0	98.0
	1.00	0.0	0.0	0.0
	3.00	0.0	0.0	0.0

Cuadro 4. Análisis de varianza para 5 dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B), sobre la formación de adultos emergidos de mosca domestica de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1983.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F		
					0.05	0.01	
Repeticiones	1	508.401	508.401	4.502	NS	4.6	6.298
Productos	2	16664.119	8322.05	73.706	**	3.739	4.857
Dosis	4	13755.802	3438.95	30.457	**	3.112	3.892
Productos x dosis	8	5701.299	712.662	6.3118	**	2.699	3.285
Error experimental	14	1580.72	112.98				
Total	29	38190.35			C.V.	20.5%	

NS No significativo

** Diferencia altamente significativa

Evaluación por productos

En el Cuadro 5 se muestra la tabla de contingencia de los productos, para promediar los resultados obtenidos de cada una de las diferentes dosis en la aplicación de un mismo compuesto, excluyendo el testigo. La prueba DMS (Cuadro 6) indicó que el producto menos eficaz, en relación a la emergencia de adultos, fue la decametrina con 84.62^o/o; le siguió la mezcla del triflumurón y decametrina con 30.37^o/o y, por último, el producto más efectivo fue el triflumurón con 25.68^o/o de adultos emergidos.

Al observar los porcentajes de los productos del Cuadro 6, el triflumurón (A) con 25.68^o/o y la decametrina (B) con 84.62^o/o, teóricamente el resultado de hacer la mezcla de ambos (A + B), sería el promedio entre el producto (A) y el (B).

La aplicación de la mezcla (A + B), en relación a la emergencia de adultos, no correspondió a los resultados obtenidos para pupas normales ni para pupas anormales. El resultado de la mezcla (A + B), sí correspondió a un re-

Cuadro 5. Tabla de contingencia de productos para promediar los resultados obtenidos en la emergencia de adultos de las diferentes dosis con la aplicación de los productos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla (A + B). Saltillo, Coah. 1983.

Dosis	0.0	0.01	0.10	1.00	3.00		
Producto							
A	110.0	132.0	73.5	0.00	0.00	205.5-8	25.68 ^o /o
B	172.0	169.0	190.0	183.00	135.00	677.0-8	84.62 ^o /o
A + B	149.0	145.0	98.0	0.00	0.00	243.0-8	30.37 ^o /o

Cuadro 6. DMS para las medidas de los triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de triflumurón + decametrina (A + B) en relación al porcentaje de adultos emergidos. Saltillo, Coah. 1983.

Producto	A	A+B	B
\bar{x}	25.68 %	30.37 %	84.62 %

sultado intermedio entre el producto (A) y el producto (B), no obstante, dicho resultado se inclinó más al producto triflumurón (A). La emergencia de adultos de decametrina (B) fue 84.62%, para el triflumurón (A) fue 25.68%, y la mezcla de (A + B) fue de 30.37%. La inclinación de la mezcla (A + B), hacia el producto (A), se debe a que los resultados del triflumurón (A) a las dosis de 1.00 y 3.00 ppm, la emergencia de adultos fue igual a cero, así como también la mezcla, y a estas mismas dosis, la emergencia fué igual a cero.

Al hacer un promedio de emergencia de adultos para el triflumurón (A) y la decametrina (B), (Cuadro. 1) se observa que para 0.10 ppm de (A) se tuvo un resultado de 95.6% de adultos emergidos; para 1.00 ppm de (A) la emergencia de adultos es igual a cero; el resultado matemático entre 95.6% de adultos emergidos; para 1.00 ppm de (A) la emergencia de adultos es igual a cero; el resultado matemático entre 95.6% y cero, es igual a 47 adultos emergidos, lo que correspondería a 0.5 ppm. Para la decametrina (B) a 0.10 ppm, el resultado es de 168 adultos emergidos; para 1.00 ppm es igual a 145; el promedio entre éstos es igual a 156 adultos emergidos, lo que corresponde a 0.5 ppm.

La emergencia de adultos a 1.00 ppm de la mezcla de (A + B), en el Cuadro 1, es igual a cero; pero, si se relaciona que 0.5 ppm de triflumurón (A) la emergencia corresponde a 47, y para la decametrina a 156 adultos; se podría esperar que la mezcla de ambos, matemáticamente fuera de 101.5 adultos emergidos; pero, realmente la emergencia fue igual a 49, esto indica muy claramente que se presenta un efecto aditivo de toxicidad, al mezclar 2 productos de grupos toxicológicos diferentes, como son los de la presente investigación.

Evaluación por dosis

Al presentarse alta significancia en el factor dosis (Cuadro 4) se efectuó un análisis de varianza para observar en cual de las mismas se presentó ésta (Cuadro 7). La significancia se presentó en todas las dosis: 0.0, 0.10, 1.00 y 3.00 ppm, a excepción hecha de 0.01 ppm, muy probablemente a un error por manejo, ya que la significancia presentada en el testigo debió presentarse en la dosis de 0.01 ppm, y la no significancia a la dosis de 0.01 ppm debió presentarse en el testigo, ya que en éste no hubo aplicación de producto.

Para analizar la tendencia que siguieron las dosis, se hizo un ajuste polinomial grado cuarto para las medias de las mismas, y se obtuvieron ecuaciones a las que con pruebas de diferencia de sumatorias, se obtenía la ecuación

Cuadro 7. Análisis de varianza para dosis en los productos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de triflumurón + decametrina (A+B) sobre la emergencia de adultos de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1983.

FV	GL	SC	CM	FC	F	
					0.05	0.01
Prod/dosis 0.00 ppm	2	982.334	491.167	4.350**	3.74	6.51
Prod/dosis 0.01 ppm	2	352.334	176.167	1.560NS	"	"
Prod/dosis 0.10 ppm	2	3772.75	1886.375	16.707**	"	"
Prod/dosis 1.00 ppm	2	11163.00	5581.5	49.434**	"	"
Prod/dosis 3.00 ppm	2	6075.00	3037.5	26.902**	"	"
Error exp.	14	38190.35	112.908			
Total	29				C.V. 20.5%	

NS = No significancia

** = Diferencia altamente significativa

que resulta significativa al compararla con valores tabulares; aquí la ecuación que resultó con significancia fue la cuadrática con 24.67%, comparándola con 4.60 y 8.86, que son valores al 5% y al 1%.

$$Y = 70.949 - 53.71X + 12.528X^2$$

$$R' = .97$$

$$0 \times 3$$

Es importante indicar que la ecuación utilizada en pupas normales fue cuadrática, y para pupas anormales fue la ecuación cúbica; en el caso de la

emergencia de adultos fue cuadrática. Estadísticamente, a mayor grado de la ecuación es mayor la complejidad del comportamiento del individuo sujeto al estudio; en esta investigación, se puede mencionar que los resultados obtenidos en la formación de pupas anormales, presentan una mayor complejidad en relación a las pupas normales y emergencia de adultos. Dicha aseveración queda de manifiesto en relación a los Coeficientes de Variación que, para el caso de pupas normales, fue de 20.96%, y para emergencia de adultos fue de 20.5%, no así para pupas anormales que fue de 26.4%. Cabe hacer mención que los resultados de toda esta investigación no sufrieron transformaciones estadísticas para disminuir el Coeficiente de Variación, ni el testigo se sujetó a mortalidad corregida. No obstante estos resultados, en relación al Coeficiente de Variación, poseen una confiabilidad bastante aceptable.

Al hacer la gráfica de la ecuación (Figura 1) se observó que en el testigo la cantidad de adultos emergidos es de 70.94%; a 0.01 ppm es de

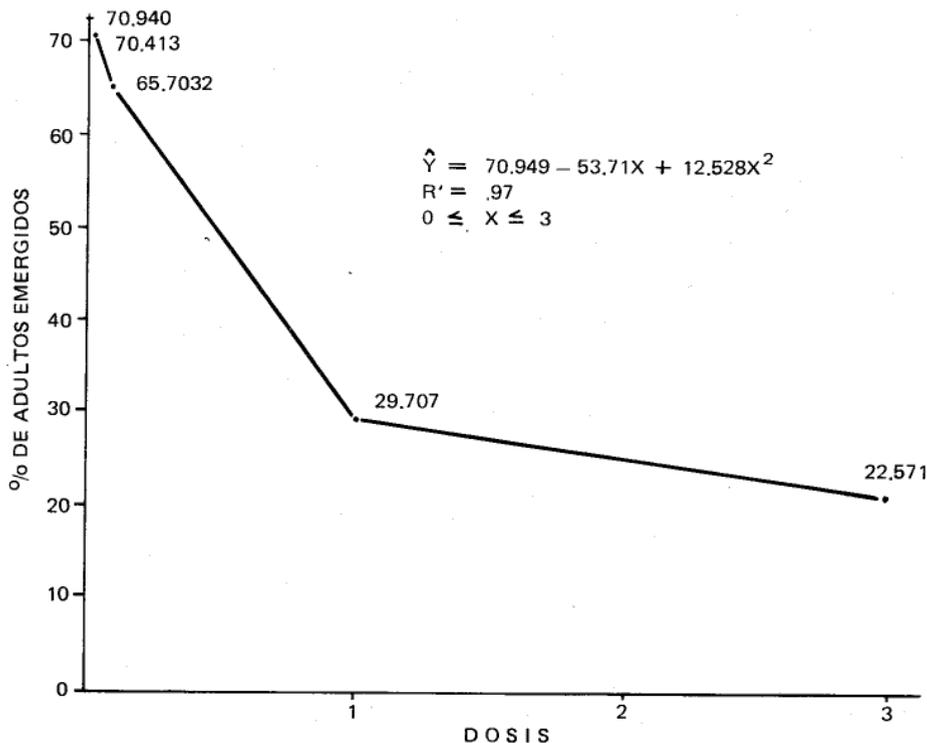


Figura 1. Porcentaje de adultos emergidos en relación a 5 dosis de los productos triflururón (A), decametrina (B) y la mezcla triflururón + decametrina (A+B) de mosca mexicana de la fruta *A. Judens*. Saltillo, Coah, 1983.

70.41%; a 0.10 ppm es de 65.70%; la línea graficada tiene un descenso lento, mientras que a dosis de 1.00 ppm se tuvo 29.76% de adultos emergidos, y a 3.0 ppm fue de 22.57%, aquí el descenso es más rápido, lo que indica que se logra un mejor control de estas dosis, pues se redujo la cantidad de adultos emergidos.

Al igual que las pupas normales, aquí se observa que la diferencia entre el porcentaje de adultos emergidos a 1.00 ppm 29.76% y a 3.00 ppm 22.57% fue mínima, 7.19%; si se considera que la dosis aumentó 3 veces, se puede decir que la dosis de 1.00 ppm es la más adecuada, pues se obtiene una reducción aceptable en la emergencia de adultos y la cantidad de producto es más reducida.

Evaluación dosis por producto.

Se realizaron pruebas DMS relacionando cada una de las dosis con los 3 productos (Cuadro 8) o sea la interacción dosis producto (Cuadro 4). A dosis de 0.01 ppm, los productos menos eficaces y estadísticamente iguales son el B con 84.5% y el A + B con 72.5%, mientras que el producto que obtuvo una mayor reducción, y que es estadísticamente diferente a los anteriores, es el A con 66.0% de adultos emergidos (Cuadro 8). A dosis de 0.10 ppm, el producto menos efectivo y estadísticamente diferente es el producto B con 80.0% de adultos emergidos y los productos más eficaces y estadísti-

Cuadro 8. DMS para la interacción de las diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B) en relación al porcentaje de adultos emergidos. Saltillo, Coah. 1986.

Producto	A	A+B	B	Producto	A	A+B	B
\bar{x}	66.0%	72.5%	84.5%	\bar{x}	36.75%	49.0%	80.0%
0.01 ppm				0.10 ppm			
Producto	A	A+B	B	Producto	A	A+B	B
\bar{x}	0.0%	0.0%	91.5%	\bar{x}	0.0%	0.0%	67.5%
1.00 ppm				3.00 ppm			

camente iguales son el A + B con 49.0% de adultos emergidos, y el A con 36.75% (Cuadro 8). A dosis de 1.00 ppm, el producto menos eficaz y estadísticamente diferente es el producto B con 91.5% de adultos emergidos, mientras que los productos que resultaron más eficaces y estadísticamente iguales son el A + B y el A, ambos con el 0.0% de adultos emergidos, (Cuadro 8). Por último, para la dosis de 3.00 ppm, el producto que se comportó como menos eficaz y estadísticamente diferente fue el B, con 67.5% de adultos emergidos, mientras que los productos más eficaces y que son estadísticamente iguales, son el A + B y el A, ambos con el 0.0% de adultos emergidos (Cuadro 8).

Se observa que a dosis de 1.00 ppm y a 3.00 ppm con los productos A y A + B, se obtiene una reducción de emergencia de adultos al 100%; de ahí que se pueda elegir cualesquiera de los productos, basándose primero en que la dosis de 1.00 ppm tuvo mejor control igual a la de 3.00 ppm, siendo 3 veces la dosis más reducida, por lo tanto tiene un beneficio económico.

Deseando ser más estrictos en relación a la efectividad del producto en la reducción de la emergencia de adultos y la dosis del mismo, se debe considerar que para el triflumurón (A) a la dosis de 0.10 ppm la emergencia de adultos es igual a 36.75% (Cuadro 3), que aunque no reduce a 0% la emergencia, como en la dosis de 1.00 ppm, la dosis de 0.10 ppm sí es 10 veces menor que 1.00 ppm; las 36.7 moscas que emergen a esta dosis podrán controlarse con otros métodos de control, y así la cantidad de productos aplicados será mucho menor.

CONCLUSIONES

Al finalizar y discutir los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El efecto larvicida de los compuestos triflumurón y decametrina, va de acuerdo al grado de toxicidad y la dosis administrada. A dosis de 1.00 ppm de triflumurón se obtiene un 100% de mortalidad de larvas.
2. Al mezclar ambos productos a partes proporcionales, y al comparar los resultados obtenidos de la mezcla con los obtenidos de cada uno de los productos en forma individual, se observó un efecto aditivo de toxicidad. A dosis de 0.5 ppm de decametrina + 0.5 ppm de triflumurón (1.00 ppm de la mezcla) no hay emergencia de adultos.

3. Aun cuando la mezcla decametrina + triflumurón (1.00 ppm de la mezcla) inhibe la emergencia de adultos a cero; la administración de triflumurón a dosis de 0.10 ppm, redujo la emergencia en un 73.25%. Así, las pocas moscas que emerjan con esta dosis, podrán controlarse al integrar al control químico otros métodos de control; de esta manera se logra reducir la cantidad de producto aplicado y se obtiene un excelente control.

BIBLIOGRAFIA

- Attia, F.I., G.J. Shanahanand y E. Shipp. 1980. Synergism studies organo-phosphorus resistant strains of the Indian meal molth. J. Econ. Entomol. 73:184-185.
- Barbera, C. 1976. Pesticidas agrícolas. 3a. ed. Barcelona, España, Editorial Omega. 569 p.
- Blas, L. 1963. Química de los insecticidas. 2a. ed. Madrid, España. Editorial Aguilar. 202 p.
- Brown, T.M., D.H. De Vries and A.W.A. Brown. 1978. Induction of resistance to insect growth regulators. Entomological Society of America. 225-229.
- Busvine, J.R. 1980. Insects & Hygiene. 3th. ed. New York, Chapman and Hall, Ltd. 568 p.
- Carrillo, H.R. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticidas en larvas de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Tesis M.C., Chapingo, México, Colegio de postgraduados. 82 p.
- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. México. Editorial Limusa. 355 p.
- Cole, M.M. y P.H. Clarck. 1961. Development of resistance to synergized pyrethrins in body lice and cross resistance to DDT. J. Econ. Entomol. 54:649-651.

- Durant, J. 1979. Effectiveness of selected insecticides and tobacco insecticide combination against the bolloworm, budworm and beet armyworm on cotton. *J. Econ. Entomol.* 72:610-613.
- Elliot, M., N.F. Janes and C. Potter. 1978. The future of pyrethroids in insect control. *Ann. Rev. Entomol.* 23:443-469.
- Essing, E.O. 1931. A history of entomology. New York. Mc Millan Company 1029 p.
- Georghiou, G.P. 1980. Mosquito resistance to insecticides. *California Agriculture.* 3:33-34.
- Granett, J. y M.J. Hejazi. 1983. Synergism of two benzoylphenyl urea insect growth regulators. *J. Econ. Entomol.* 76:403-306.
- Gunther, F.A. y R.L. Jeppdon. 1964. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. 2a. ed. México. Editorial Continental. 293 p.
- Howard, L.O. 1930. A history of applied entomology. Baltimore. Smithsonian institute. 546 p.
- Koziol, F.S. and J.F. Witkowski. 1982. Synergism studies with binary mixtures of permethrin plus methyl parathión, chlorpyrifos and malathion on European corn larvae. *J. Econ. Entomol.* 75:28-30.
- Lagunes, A.T. 1982. Manejo de insecticidas piretroides. México. Talleres Gráficos de la Nación. 21 p.
- Lowry, W.L. and R.S. Berger. 1964. Joint action of DDT containing insecticide mixtures against DDT resistant pink bollworms. *J. Econ. Entomol.* 57:181-182.
- Martin, D.F. and W.J. Mistic. 1964. Endrin spray for bollworms control. *J. Econ. Entomol.* 47:827-829.
- Mc Garr, M.S. and D.A. Wolfenbarger. 1969. Methyl parathión, toxaphene and DDT used alone and in cotton insects. *J. Econ. Entomol.* 62: 1249-1250.

- Monsour, N.A., M.E. Eldfrawi, A. Toppoyada and M. Zeid. 1966. Potentiation and antagonism of organophosphorus and carbamate insecticides. *J. Econ. Entomol.* 59:307-311.
- Nettles, W.C. Jr. and N.L. Bets. 1975. Lack of synergism when strobane DDT mixtures are injected into the boll weevil. *J. Econ. Entomol.* 68:438-440.
- O'Brien, R.D. 1967. *Insecticides action and metabolism* 5th. ed. New York. Academic Press New York and London. 332. p.
- Plapp, F.W. and R.F. Hoyer. 1968. Possible pleiotropis of a gene conferring resistance to DDT, DDT analogs and pyrethrins in the house fly and *Culex tarsalis*. *J. Econ. Entomol.* 61:761-765.
- Priester, P.C. and G.P. Georghiou. 1979. Inheritance of resistance to permethrin in *Culex pipiens quinquefasciatus*. *J. Econ. Entomol.* 72:124-127.
- Rajakulendran, S.V. and F.W. Plapp. 1982. Synergism of five synthetic pyrethroids by chlordimeform against the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) and a predator *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 75:1089-1092.
- Romoser, W.S. 1973. *The science of entomology*. 3th ed. New York. Mc Millan publishing Co. Inc. 449 p.
- Roussel, J.S., M.S. Blum y N.W. Earle. 1959. Joint action of DDT and other chlorinated hidrocarbon insecticides against *Anthonomus grandis*. *J. Econ. Entomol.* 52:402-409.
- Santacana, C.J. and J.L. Borderias. 1971. *Mezclas de productos fitosanitarios*. 2a. ed. Madrid. Gráficos Uguina. 30 p.
- Shepard, H. 1951. *The chemistry and action of insecticides*. 5th ed. USA. Mc Graw Hill Book company Inc. 504 p.
- Shour, N.H. and L.A. Crowder. 1980. Effects of pyrethroid insecticides on the common green lacewing. *J. Econ. Entomol.* 73:306-309.

- U.S. Department of Health, Education and Welfare. 1969. Report of the secretarys commision on pesticides and their relationship t. envi-ronmental health. Printing office. Washington, D.C. U.S. Govern-ment. 677 p.
- Wolfenbarger, D.A. 1973. Synergism of toxaphene-DDT mixtures applied topically to the bollworm and the tobacco budworm. Printing Office Washington, D.C. U.S. Government. 66:523-524.
- Yun, P.S. and E.R. Johnson. 1972. Quasi synergism and penetration of insecticides. Printing Office Washington, D.C. U.S. Government. 65:349-353.
- Zeid, M.I., A.H. Sebae Nabila, M. Bakry and A.S.A. Saad. 1973. Egiptian cotton leafworm. Laboratory and field evaluation of certain insecti-cides. Printing office Wahsington, D.C. U.S. Government. 66:1293.
- Zettler, J.L., L.L. Donald, L.M. Redlinger and R.D. Jones. 1973. Resistance instrains to malathion and sinergized pirethrins. Printing office Washington, D.C. U.S. Government. 66:1049-1050.