

IMPACTO BIOLÓGICO DE LA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA ENDOSULFANO EN UN AGROECOSISTEMA DE MELÓN. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1996-1997.¹

José Angel Guerra M.²; Jaime Espinosa³; Jorge Ceballos⁴;
Brenda Checa⁵

RESUMEN

Los áfidos son insectos de gran importancia en el cultivo de melón, principalmente durante la estación seca y uno de los insecticidas más usados para su control es el endosulfano. En un agroecosistema de melón existen muchos enemigos naturales de los áfidos que pueden ser afectados por la aplicación de este insecticida. Se estableció un ensayo con los objetivos de determinar el impacto de la aplicación del endosulfano sobre los enemigos naturales de *Aphis gossypii* y la presencia de residuos del insecticida, tanto en tejidos vegetales como en el suelo. Se evaluaron cuatro tratamientos, dispuestos en un diseño de Bloques Completos al Azar. Los tratamientos fueron los siguientes: endosulfano + fenitrothion aplicados alternadamente; endosulfano; fenitrothion y la práctica del productor. El fenitrothion se incluyó como referencia, ya que es uno de los insecticidas que ejerce un control efectivo de los áfidos. La unidad experimental consistió de dos surcos de 11.0 m de largo por 3.0 m de ancho. Para determinar los efectos del endosulfano se realizaron muestreos semanales de los insectos; se tomaron muestras de hojas y suelo, dos horas después de la primera y 10 días después de la última aplicación. La muestra de los frutos se tomó durante la primera cosecha, *A. gossypii* se presentó a los 16 días después de siembra (dds) y las poblaciones fueron incrementándose en la medida que avanzó la estación seca. *Chrysoperla carnea* y *Cycloneda sanguinea* se presentaron a los 21 dds. Para la incidencia de áfidos (% de hojas colonizadas), se realizó el análisis estadístico para cada muestreo, presentándose diferencia altamente significativa en todas las fechas, resultando el mejor tratamiento con la práctica del productor. De igual forma sucedió cuando se analizó la intensidad de ataque (número de colonias por hoja, en porcentaje). Los resultados en el caso de *C. carnea* y *C. sanguinea*, aunque su incidencia fue baja, indicaron que cuando se aplicó insecticida las poblaciones disminuyeron. Con la práctica del productor sólo en uno de

1 Este trabajo fue auspiciado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).

2 Ing. Agr., Fitotecnista, Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero. IDIAP.
e-mail: idiap_azu@cwpanama.net o joangua@hotmail.com

3 Ph.D. Toxicología, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP.

4 Lic. en Biología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental, IDIAP. e-mail: idiap_che@cwpanama.net

5 MIDA, Tocumen.

los muestreos (6 de marzo) se determinó la presencia de *C. carnea*, lo que demuestra el efecto negativo de la aplicación de insecticidas. No hubo diferencia significativa para la variable rendimiento; no obstante, los mejores rendimientos se obtuvieron con el endosulfano + fenitrothion alternados (12,583 kg/ha) y con tecnología del productor (12,217 kg/ha). Los residuos en el fruto, las hojas y en el suelo estuvieron por debajo de los niveles permitidos, quedando demostrado que el endosulfano se descompone fácilmente en un período relativamente corto.

PALABRAS CLAVES: Transferencia de embriones; superovulación; embriones animales; sincronización; Panamá.

BIOLOGY IMPACT OF THE APPLICATION OF INSECTICIDE ENDOSULFAN IN A MELON AGROECOSYSTEM. LOS SANTOS, PANAMA, 1996-1997.

The aphids are insects of great importance in the melon cultivation, mainly during the dry season and one of the most used insecticide for its control is the endosulfan. In melon agroecosystem many natural enemies of the aphids exist that can be affected by the application of this insecticide. It was established trials with the objectives to determine the impact of the application of the endosulfan on the natural enemies of *Aphis gossypii* and the presence of the insecticide residues, as much in vegetal weaves as in the soil. Four treatments were evaluated disposed in a design of Completely Randomized Block. The treatments were the following: endosulfan + fenitrothion applied alternately; endosulfan, fenitrothion and the producer practices. Fenitrothion was included as reference, since it is one of the insecticides that exert an effective control of the aphids. The experimental unit consisted of two ruts of 11.0 m of length by 3.0 m of wide. In order to determine the effects of the endosulfan were realized weekly samplings of the insects; and were taken samples from leaves and ground, two hours after the first and 10 days after the last application. The sample of the fruits was taken during the first harvest. *A. gossypii* appeared to the 16 days after sowing (dds) and the populations were being increased in the measurement that advanced the dry season. *Chrysoperla carnea* and *Cycloneda sanguinea* appeared at the 21 dds. For the incidence of aphids (% of colonized leaves), the statistical analysis for each sampling showing highly, significant difference in all the dates, being the best treatment the practice producer. Similarly, it happened when the intensity of attack was analyzed (number of colonies by leaf, in percentage). The results in the case of *C. carnea* and *C. sanguinea*, although its incidence was low, indicated that when insecticide was applied the populations diminished. With the producer practice only in one of the samplings (6 of March) the presence of *C. carnea* was determined, being demonstrated the negative effect of the application of insecticides. There was no significant difference for the variable yield; however, the best yields were obtained with endosulfan+fenitrothion alternated (12.583 kg/ha) and with technology of the producer (12.217 kg/ha). The residues in the fruit, the leaves and in the soil were below the allowed levels, being demonstrated that the endosulfan is disturbed easily in a relatively short period.

KEYWORDS: Embryo transfer; superovulation; animal embryos; synchronization; Panama.

INTRODUCCIÓN

Desde mediados de la década de 1980, el cultivo de melón es uno de los rubros de exportación más importante, principalmente en la región central de Panamá. De 575 hectáreas que se sembraron en el año agrícola 1990-91, se incrementó a 909 (58%) hectáreas en 1995. Para este año agrícola 1996-97, se proyectaron unas 1,200 hectáreas (González y col., 1996). Este auge ha ocasionado que el período de siembra se prolongue hasta el mes de enero, donde las poblaciones de áfidos empiezan a aumentar y, en consecuencia, el productor se ve obligado a utilizar insecticidas con frecuencia. Hay que señalar que se pueden dar varias generaciones de áfidos en un solo ciclo del cultivo; es por ello que es muy difícil obtener producción sin la aplicación de insecticidas. Sin embargo, a pesar de las aplicaciones de insecticidas, siempre se observan muchos depredadores de los áfidos, entre ellos *Chrysoperla carnea* y *Cycloneda sanguinea* que podrían ser una alternativa en programas de manejo integrado (Chiri, 1987).

El endosulfano (Thiodan 35 EC) es uno de los insecticidas que el productor utiliza con más frecuencia para el control de áfidos. Este insecticida está clasificado como un hidrocarburo clorado, diferenciándose de los otros clorados en que contiene oxígeno y azufre en un grupo funcional sulfito, que aparentemente es menos persistente en el suelo. No obstante, se han realizado algunos estudios que indican su persistencia en el suelo o agua (Meyer, 1996; Knedel, 1996).

El objetivo de este trabajo fue estimar el impacto negativo de la aplicación del endosulfano sobre los enemigos naturales de *Aphis gossypii* y la presencia de residuos tanto en el fruto como en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Campo Experimental del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ingeniero Germán De León", localizado en el distrito de Los Santos, provincia de Los Santos. El mismo está ubicado a 7°56'30" latitud Norte y 80°25'15"

longitud Oeste, a 20 msnm (Jaramillo, 1991). Este trabajo se realizó durante la estación seca, entre los meses de noviembre 1996 y marzo 1997, respectivamente. Se utilizó el cultivar Tam Dew, tipo Honey Dew, como material genético.

Se evaluaron cuatro tratamientos utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió en dos surcos de 11.0 m de largo por 3.0 m de ancho. Se descontaron 0.50 m en ambos extremos de cada surco, resultando una parcela efectiva de 60 m². El estudio se realizó en campo y en laboratorio.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS Y DOSIS DE PRODUCTO COMERCIAL (lt/ha). LOS SANTOS, 1996-1997.

N. Técnico	N. Comercial	Dosis
1. endosulfano y fenitrothion alternados	Thiodan 35 EC y Sumithion	1.5 y 1.0
2. endosulfano	Thiodan 35 EC	1.5
3. fenitrothion	Sumithion 50 W	1.0
4. Práctica del productor	Seis insecticidas	Varias

Prueba de campo

El suelo se preparó mediante un pase de arado y dos pases de rastra. El control de malezas se realizó mediante la aplicación de glifosato y fluazifop en la línea de siembra en post-emergencia.

La siembra se realizó a una distancia de 0.4 m entre "golpe" de siembra y 3.0 m entre surcos para evitar el traslape del insecticida. Se fertilizó con 540 kg de abono completo de la fórmula 15-30-8-4 fraccionado a la siembra y a los 20 días con 135 kg de abono nitrogenado (Urea).

El ensayo se estableció bajo un sistema de riego por goteo. Las enfermedades fungosas se controlaron mediante la aplicación preventiva de captan, mancozeb y una aplicación de clorotalonil + metaxil. Además, se hicieron tres aplicaciones de insecticidas, con base en **Bacillus**

thuringiensis para controlar *Diaphania* sp.

Para determinar la efectividad del endosulfano en el control de *A. gossypii* y su impacto en *C. sanguinea* y *C. carnea* se siguió la siguiente metodología:

En las primeras dos semanas, debido al desarrollo del cultivo, se revisaron cuatro plantas por tratamiento y por repetición, contándose el número de colonias y hojas colonizadas mediante observación directa. Después de los 15 hasta los 50 dds, se revisaron 30 hojas por tratamiento y por repetición, realizándose el conteo anteriormente descrito.

En las hojas revisadas también se contabilizó el número de individuos de *C. carnea* y *C. sanguinea* en estadio larval (inmaduro) o adulto. En ambos casos, el muestreo se realizó antes y 72 horas después de las aplicaciones.

En todo el ciclo del cultivo de melón se efectuaron 16 muestreos, para determinar el efecto de los insecticidas. Los resultados, en caso

de los áfidos, se presentan en porcentaje de infestación (número de hojas con áfidos); y en intensidad (área de la hoja infestada por áfidos en %).

En las parcelas tratadas con endosulfano se realizaron tres aplicaciones: 1) cuando se alternó con el fenitrothion, se hicieron dos aplicaciones de fenitrothion y una de endosulfano; 2) en el tratamiento de fenitrothion, se realizaron tres aplicaciones y; 3) en el tratamiento con la práctica del productor, se realizaron seis aplicaciones. Antes de la primera cosecha se aplicó a todos los tratamientos metomilo (Lannate 90), debido a que las poblaciones de áfidos eran muy elevadas. Después de esta aplicación no se realizaron muestreos, por lo que esta aplicación no afectó los resultados.

Los resultados de los muestreos de insectos se transformaron a raíz cuadrada más un medio y el análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y las medias se separaron mediante la prueba de Rangos Múltiples Duncan.

Prueba de laboratorio

Para determinar residuos del insecticida en suelo, hojas y frutos se siguió la siguiente metodología:

Suelo y hojas

Se tomaron muestras de suelo antes de establecer el ensayo (10 de enero). A los 32 dds, dos horas después de la primera aplicación de endosulfano, se tomó una muestra de suelo por cada réplica en el tratamiento con el insecticida (18 de febrero). También se tomaron muestras en parcelas no tratadas para utilizarlas como blanco.

Este muestreo se repitió a los 10 días después de la última aplicación.

Al tiempo que se tomaron las muestras de suelo, se tomaron también 50 hojas por réplica, tanto del tratamiento donde se aplicó endosulfano, como el tratamiento con fenitrothion para utilizarlo como blanco.

Todas estas muestras se envolvieron en papel de aluminio, se metieron en bolsas plásticas transparentes, se congelaron y fueron llevadas al laboratorio para un análisis posterior.

CUADRO 2. APLICACIÓN DE LOS INSECTICIDAS POR FECHA, SEGÚN TRATAMIENTO. LOS SANTOS, 1996-1998.

Fecha	T1	T2	T3	T4
2-2-97				oxamyl
18-2-97	fenitrothion	endosulfan	fenitrothion	endosulfan
25-2-97	endosulfan	endosulfan	fenitrothion	dimetoato
3-3-97				pymetrozine
7-3-97	fenitrothion	endosulfan	fenitrothion	metomilo
24-3-97	metomilo	metomilo	metomilo	metomilo

Frutos

De la primera cosecha, se tomaron cuatro frutos por réplica en el tratamiento donde se aplicó el insecticida y cuatro frutos de uno de los tratamientos sin endosulfano. Los mismos se envolvieron en papel de aluminio, se congelaron y se enviaron al laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de campo

La infestación por áfidos se inició a los 18 dds y los enemigos naturales *C. carnea* y *C. sanguinea* se presentaron a los 21 y 32 dds. La población se fue incrementando a medida que avanzaba la estación seca. Como se aprecia en la Figura 1, de 10% (el 3 de febrero) aumentó al 69% de infestación el 17 del mismo mes.

Si comparamos el resultado del muestreo de la Figura 1 y la Figura 2 para el 17 de febrero, se aprecia que a pesar de que la infestación en hojas colonizadas alcanzó 69%, la máxima intensidad era de 28% en las parcelas con aplicaciones del fenitrothion. Es por ello que la primera

aplicación de insecticida se realizó hasta el 18 de febrero, 32 dds. También se esperaba que la población de los enemigos naturales aumentara.

Es importante conocer que el tratamiento a base de fenitrothion, para esa fecha, mostraba la mayor infestación e intensidad pero fue donde primero apareció *C. carnea* (Figuras 1 y 2). Si se considera que este insecto se alimenta de la forma inmadura de los áfidos, era de esperarse este resultado. Tanto el fenitrothion como el endosulfano controlaron eficazmente los áfidos cada vez que se aplicaron, pero también redujeron la población de los enemigos naturales. Durante el muestreo posterior a la primera aplicación, se observa que el endosulfano afectó menos a *C. carnea* que el fenitrothion.

La aplicación del fenitrothion disminuyó la población de 0.5 larvas a cero; sin embargo, el endosulfano, de 0.5 la redujo a 0.25 (Figura 3). En términos generales, hubo mayor incidencia de *C. carnea* en el tratamiento a base de

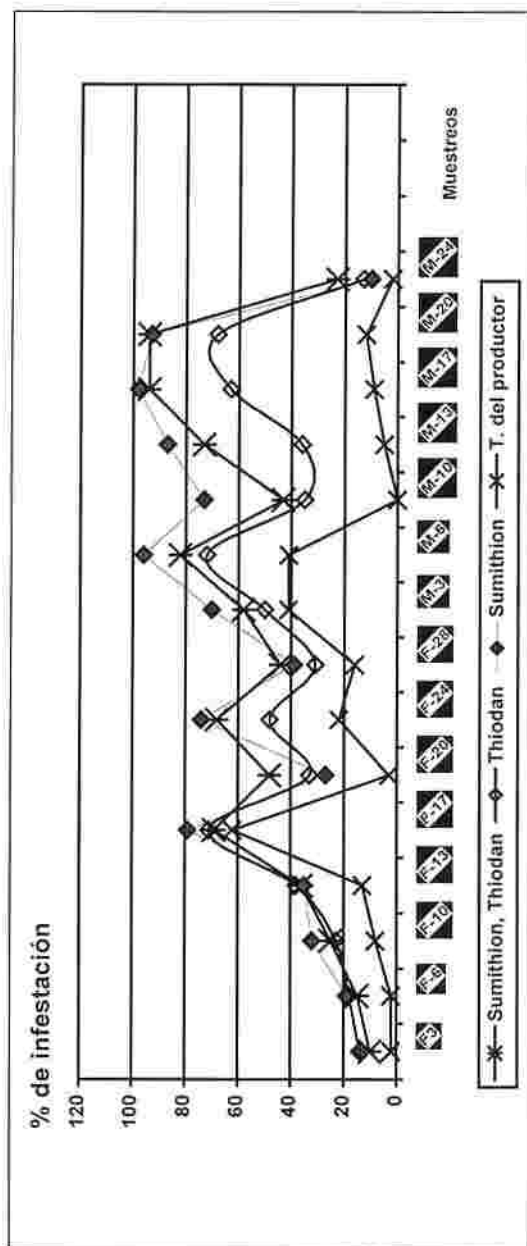


FIGURA 1. PORCENTAJE DE HOJAS POBLADAS POR *Aphis gossypii* POR TRATAMIENTO, SEGÚN MUESTREO. LOS SANTOS, 1996-1997.

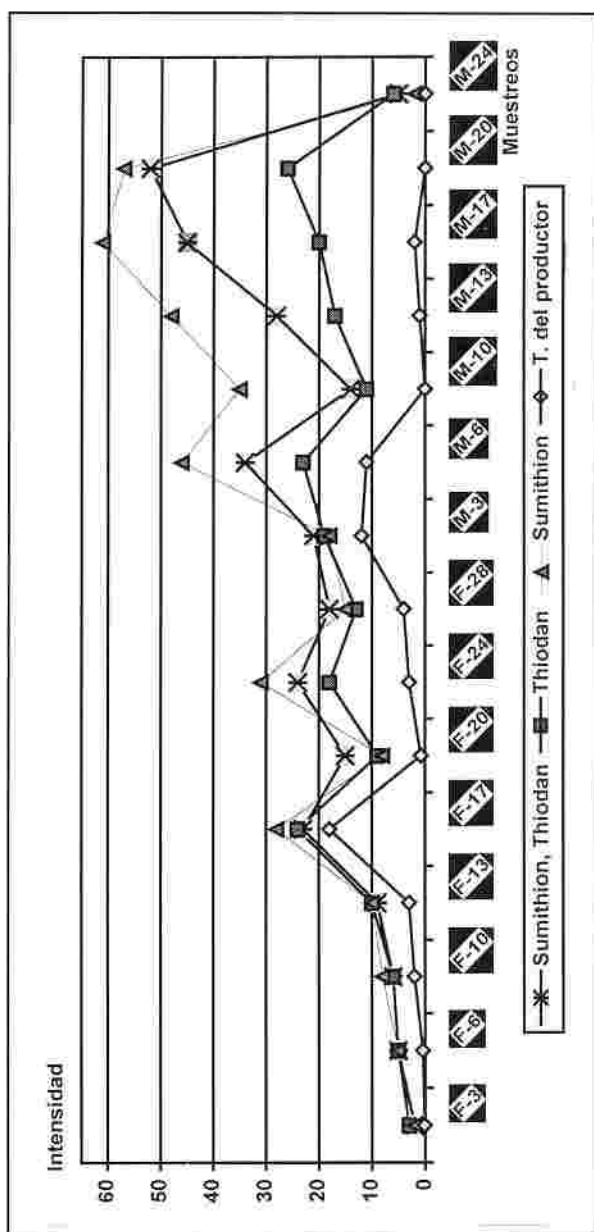


FIGURA 2. PORCENTAJE DE HOJA POBLADA (INTENSIDAD) POR *Aphis gossypii* POR TRATAMIENTO, SEGÚN MUESTREO. LOS SANTOS, 1996-1997.

endosulfano, que en aquél donde se aplicó fenitrothion. Cada vez que se aplicó fenitrothion la población de *C. carnea* disminuyó a cero. De igual forma sucedió con *C. sanguinea* (Figura 3). En el cuarto tratamiento (según la práctica del productor), la población de áfidos, tanto en número de hojas pobladas, como en intensidad se mantuvieron bajas, excepto el 17 de febrero, en donde el porcentaje de hojas pobladas era de 62%; no obstante, la intensidad sólo era de 18%. Tanto el porcentaje de hojas pobladas como la intensidad disminuyeron cuando se aplicó endosulfano. Antes de esa aplicación, ya se había aplicado oxamilo ocho días antes.

Cuando se realizó la tercera aplicación, la población disminuyó, pero a los tres días se incrementó nuevamente. En los tratamientos a base de fenitrothion, disminuyó de 82 a 43% y de 96 a 73%, mientras que en el tratamiento a base de endosulfano disminuyó de 72 a 35%. Con la intensidad sucedió algo similar.

Después de la tercera aplicación, la incidencia de áfidos se incrementó. A los seis días, la población

aumentó nuevamente hasta llegar, el 17 de marzo, a 94, 68 y 93% de hojas pobladas y 45, 20 y 57% de intensidad. Debido a esta alta incidencia se tuvo que hacer una aplicación de metomilo el 22 de marzo, para asegurar la cosecha. Como era de esperarse, la población decreció bruscamente. Algo similar ocurrió con los pocos enemigos naturales que aún quedaban.

En la Figura 3 se observa claramente el efecto negativo de los insecticidas sobre *C. sanguinea* y *C. carnea* después de la aplicación el 18 de febrero, 25 de febrero y 7 de marzo.

Un aspecto importante es que en el tratamiento a base de endosulfano, la población de *C. carnea*, aunque baja, siempre se mantuvo. Esto parece indicar que el insecticida no es tan tóxico para este insecto o el mismo presenta cierto grado de resistencia al insecticida.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos a base de endosulfano y fenitrothion y con la tecnología del productor. Sin embargo, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadros 3 y 4).

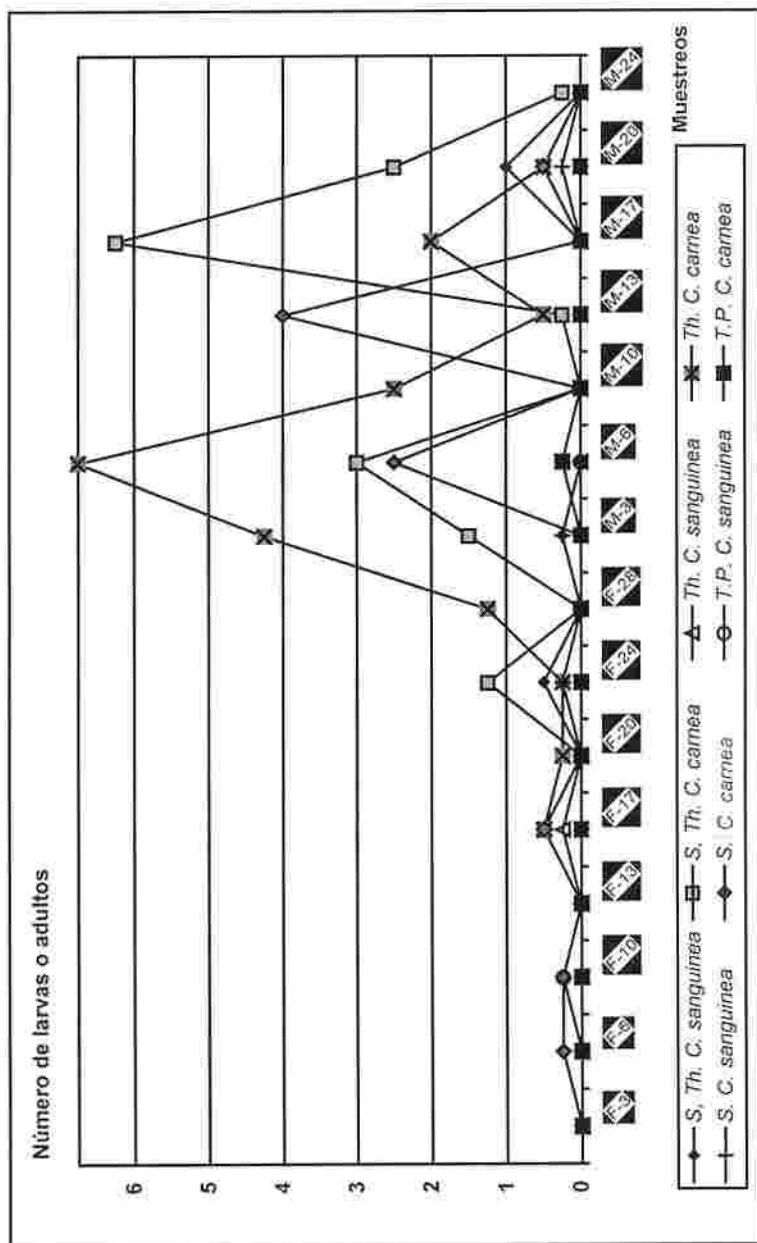


FIGURA 3. *Cycloneda sanguinea* y *Chrysoperla carnea* EN NÚMERO DE ADULTOS O INMADUROS POR HOJA POR TRATAMIENTO, SEGÚN MUESTREO. LOS SANTOS, PANAMÁ, 1996-1997.

CUADRO 3. RENDIMIENTO EN NÚMERO DE FRUTOS, CAJAS Y KILOGRAMOS POR HECTÁREA. LOS SANTOS, 1996-1997.

Tratamientos	Frutos	kg
1. endosulfano y fenitrothion alternados	11042 a	12583 a
2. endosulfano	10584 a	10821 a
3. fenitrothion	10542 a	10672 a
4. Práctica del productor	9625 a	12217 a

Nota: Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS PARA LAS VARIABLES NÚMERO DE FRUTOS Y KILOGRAMOS POR HECTÁREA. LOS SANTOS, 1996-1997.

		Cuadrados medios	
F.V.	G.L.	Frutos	kg
Rep.	3	25979273.17	60075402.4
Trat.	3	1409365.5	3750449.2
Error	15	13491439.89	20114471.3
C.V.		35.15	38.75

Los residuos totales de endosulfano en el suelo fueron de 0.2 ppm dos horas después de la aplicación (hda); sin embargo, 10 días después de la aplicación sólo fueron de 0.08 ppm, lo que indica que se degrada muy fácilmente en el suelo. El resultado que se obtuvo un año después de la aplicación fue igual al obtenido antes del tratamiento, es decir, 0.01 ppm (Figura 4).

En las hojas, dos horas dda, los niveles totales de endosulfano fueron de 9 ppm, resultando el más alto alfa endosulfano con 5 ppm, pero a los 10 dda los niveles totales fueron de 1.3 ppm (Figura 5). En los frutos, 20 dda, los niveles totales de endosulfano detectados fueron de 0.1 ppm (Figura 6).

Todos los resultados fueron comparados con los niveles de 0.1 ppm que es el límite máximo permitido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos

CONCLUSIONES

- Tanto el endosulfano como el fenitrothion controlan eficaz-

mente a *Aphis gossypii*; no obstante, también afecta a *Cycloneda sanguinea* y *Chrysoperla carnea*, por lo que se debe considerar la población de estos insectos cuando se decida la aplicación de uno de estos plaguicidas.

- Por los resultados obtenidos, todos los insecticidas afectaron a *C. carnea*, pero el endosulfano, que es el insecticida objeto de estudio, lo afectó en menor grado.
- Con la tecnología del productor se controló más eficientemente los áfidos, pero también fue el que más afectó a los enemigos naturales.
- Por los niveles de residuos obtenidos en el suelo, hojas y frutos, el endosulfano es un insecticida que se degrada muy fácilmente, comparado con los organoclorados que han sido prohibidos por su larga persistencia en vegetales, animales y suelo.

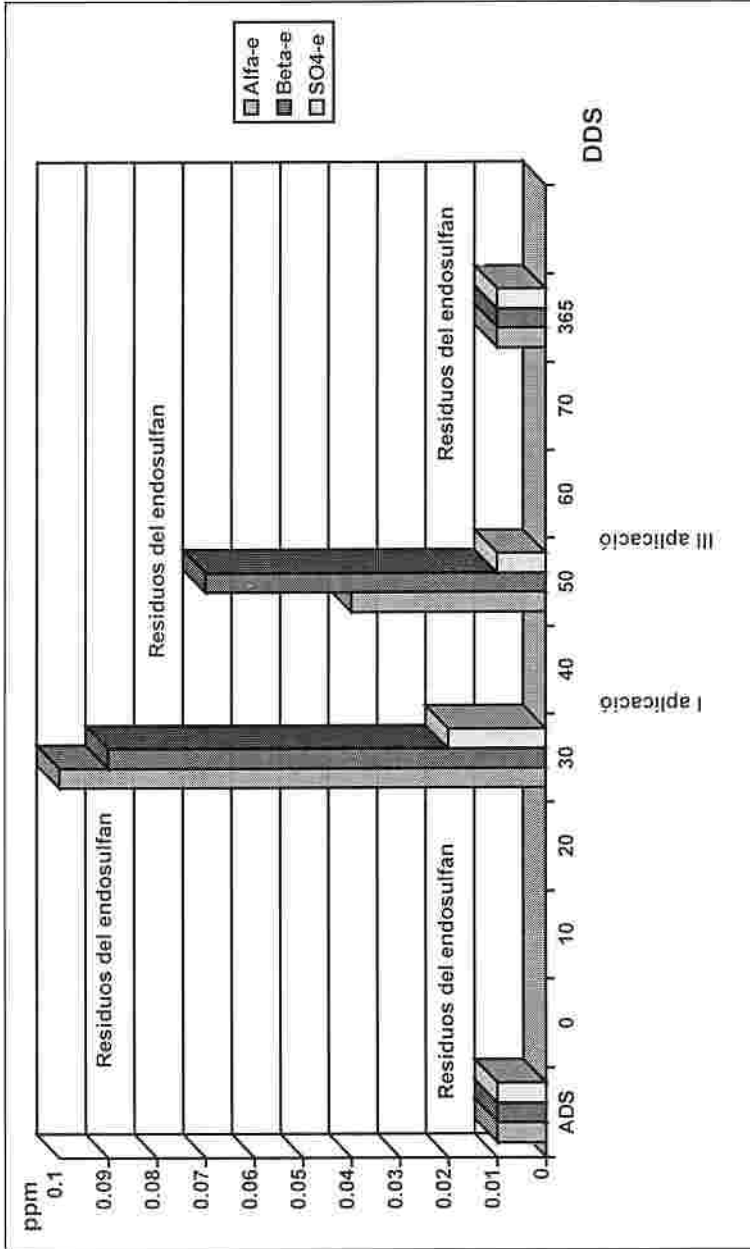
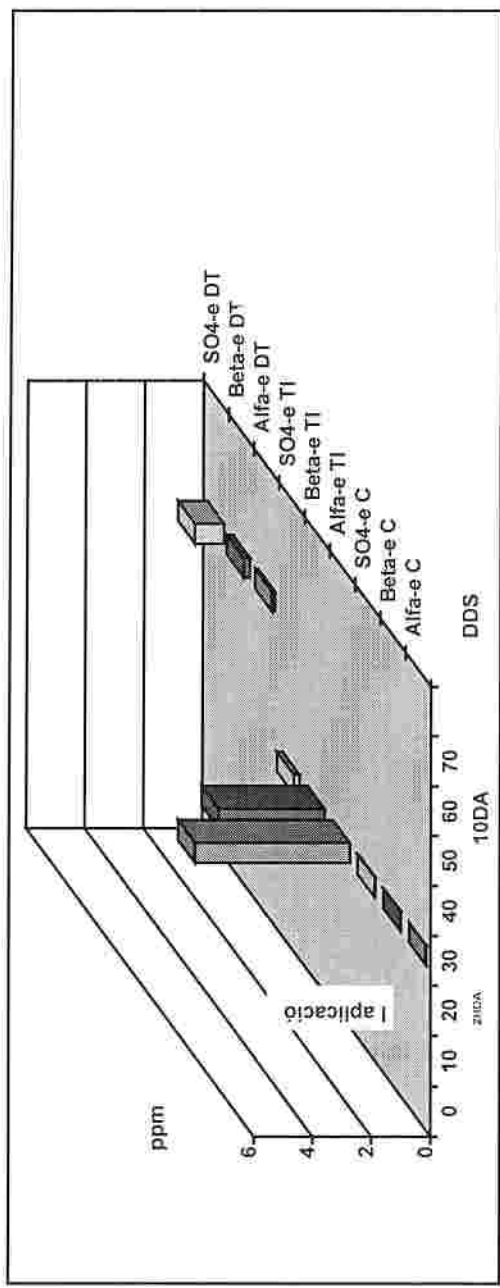


FIGURA 4. RESIDUOS DE ENDOSULFANO EN EL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN. LOS SANTOS, 1996-1997.



2HDA=Dos horas después de la aplicación 10DA=10 días después de la aplicación DAS=Días después de siembra

FIGURA 5. RESIDUOS DE ENDOSULFANO EN HOJAS A DOS HORAS Y 10 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN. LOS SANTOS, 1996-1997.

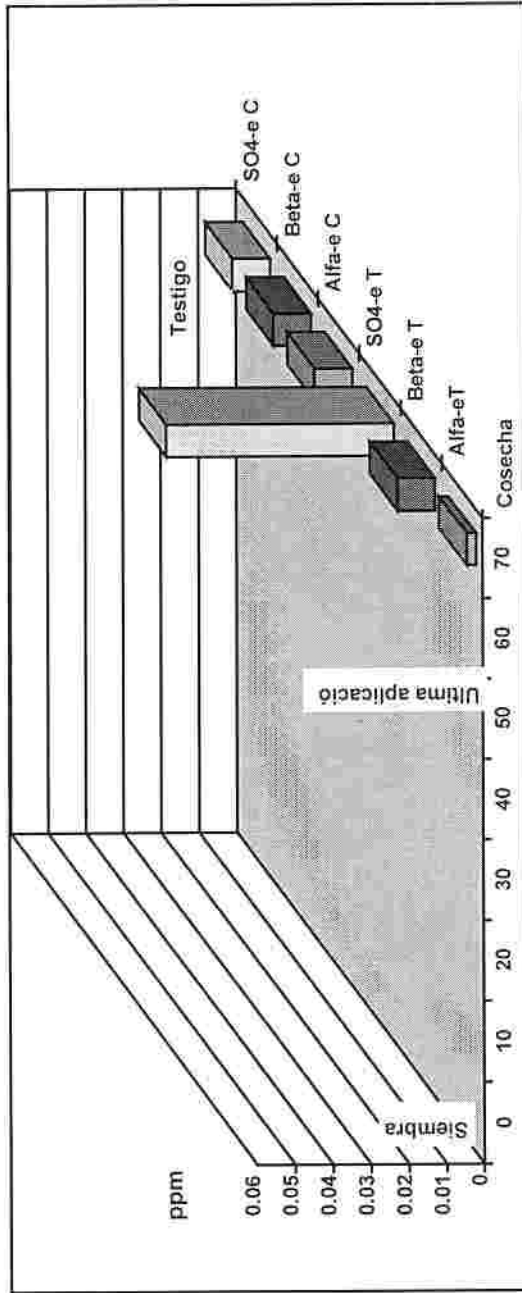


FIGURA 6. RESIDUOS DE ENDOSULFANO EN FRUTOS AL MOMENTO DE LA COSECHA. LOS SANTOS, 1996-1997.

BIBLIOGRAFÍA

- CHIRI, A. 1987. Enemigos naturales de los áfidos. *En* Curso de áfidos. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la Agricultura Centroamericana. pp. 36-42.
- GONZÁLEZ, R.; OSORIO, N.; GUERRA, J.; CAJAR, A. 1996. Opciones Tecnológicas para el Manejo Integrado del cultivo de Melón. (Inédito). IDIAP, Panamá.
- JARAMILLO, S. 1991. Pedones de campo y estaciones experimentales. Boletín Técnico (38). IDIAP, Panamá. 70 p.
- MEYER, D. 1996. Determination of pesticide levels in estuaries in Southern Honduras. *En* III Reunión de Coordinación. FAO/IAEA. Guatemala, 30 de septiembre al 4 de octubre. 12 p.
- KNEDEL, W. 1996. Determination of persistent organochlorine insecticides and phenoxy acid herbicides in surface and groundwater used for human consumption in Guatemala. *En* III Reunión de Coordinación. FAO/IAEA. Guatemala, 30 de septiembre al 4 de octubre. 23 p.