

## INVESTIGACIÓN

### TOXICIDAD DE PESTICIDAS SOBRE ENEMIGOS NATURALES DE PLAGAS AGRICOLAS<sup>1</sup>

#### Toxicity of pesticides on natural enemies of agricultural pests

Robinson Vargas M.<sup>2</sup> y Alejandrina Ubillo F.<sup>2</sup>

#### ABSTRACT

A simple, precise and economical method was developed to evaluate the residual toxicity of a pesticide on adults of natural enemies. The highest commercial dose recommended by the manufacturer was sprayed on Petri dishes using a Potter tower or immersing the dishes in a diluted solution of the pesticide. The relative toxicity of each pesticide was compared using mean lethal time (TL<sub>50</sub>'s) in 4 categories. The first category comprised the pesticides with the most toxic responses with 0 < TL<sub>50</sub> < 2h, and included: Azinphosmethyl on *Neoseiulus chilensis* (Dosse) and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot; Chlorfenvinphos on *Amitus spiniferus* (Brèthes), *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Pauridia peregrina* Timberlake and *Scutellista caerulea* Chlorpyrifos on *A. spiniferus*, *L. testaceipes*; *Metaphycus flavus* (Howard), *P. persimilis*, (Fonscolombe), Diazinon on *M. flavus* and *P. persimilis*; Esfenvalerate on *P. persimilis*; Formetanate on *Orius insidiosus* (Say); Imidacloprid on *A. spiniferus*, *L. testaceipes*, *M. flavus*, *P. peregrina*, *S. caerulea*; Methamidophos on *O. insidiosus*; Methomyl on *O. insidiosus*; Permethrin on *N. chilensis* and *P. persimilis*. The second category consisted of TL<sub>50</sub>'s between 2h < TL<sub>50</sub> < 5h and included: Chlorpyrifos on *S. caerulea*. The third category consisted of TL<sub>50</sub>'s between 5h < TL<sub>50</sub> < 24h and included: Copper oxychloride on *A. spiniferus* and *L. testaceipes*. The fourth category consisted of TL<sub>50</sub> > 24h and included: Copper oxychloride on *S. caerulea*. The results of this study agree with those obtained by other researchers who used methods accepted by the International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), although the methodology differed from that utilized in this study. The results suggest that lethal time for 50% mortality is a quick, precise and economical method to establish the preliminary toxicity of a pesticide on natural enemies.

**Key words:** selectivity, ecotoxicology, integrated pest management, beneficial insects, residual toxicity, lethal time.

#### RESUMEN

Se desarrolló un método simple, preciso y económico para evaluar la toxicidad residual de los pesticidas, sobre adultos de enemigos naturales. Se aplicó la dosis comercial más alta recomendada por el fabricante, sobre placas de Petri en la Torre de Potter o por inmersión del sustrato en la solución del pesticida. La toxicidad relativa de pesticidas fue comparada en tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>) en 4 categorías. La primera categoría comprende los de mayor toxicidad, correspondió a los TL<sub>50</sub> ubicados entre 0h < TL<sub>50</sub> < 2h, e incluye a: Azinfosmetil sobre *Neoseiulus chilensis* (Dosse)

<sup>1</sup>Recepción de originales: 29 de noviembre de 1999.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental de Entomología La Cruz, Casilla 3, La Cruz, Chile.  
E-mail: rvargas@lacruz.inia.cl

y *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot; Clorfenvinfos sobre *Amitus spiniferus* (Brèthes), *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Pauridia peregrina* Timberlake y *Scutellista caerulea* (Fonscolombe); Clorpirifos sobre *A. spiniferus*, *L. testaceipes*, *Metaphycus flavus* (Howard) y *P. persimilis*; Diazinon sobre *M. flavus* y *P. persimilis*; Esfenvalerato sobre *P. persimilis*; Formetanate sobre *Orius insidiosus* (Say); Imidacloprid sobre *A. spiniferus*, *L. testaceipes*, *M. flavus*, *P. peregrina*, *S. caerulea*; Meta-midofos sobre *O. insidiosus*; Metomilo sobre *O. insidiosus*; Permetrina sobre *N. chilensis* y *P. persimilis*. La segunda categoría comprende los  $TL_{50}$  entre  $2h < TL_{50} < 5h$  e incluye a: Clorpirifos sobre *S. caerulea*. La tercera categoría comprende los  $TL_{50}$  entre  $5h < TL_{50} < 24h$  e incluye a: Oxicloruro de cobre sobre *A. spiniferus* y *L. testaceipes*. Finalmente la cuarta categoría comprende los  $TL_{50}$  posteriores a  $24h > TL_{50}$  e incluye a: Oxicloruro de cobre sobre *S. caerulea*. Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos por otros investigadores que han utilizado métodos aceptados por la Organización Internacional para el Control Biológico de Animales y Plantas Nocivas (IOBC), aunque la metodología fue diferente. Los resultados indican que el tiempo letal para el 50% de mortalidad es un método simple, preciso y económico para determinar en forma preliminar la toxicidad de un pesticida sobre un enemigo natural.

**Palabras claves:** selectividad, ecotoxicología, manejo integrado de plagas, insectos benéficos, toxicidad residual, tiempo letal.

## INTRODUCCIÓN

El control integrado de plagas en cultivos hortofrutícolas enfrenta una serie de problemas para mantener su eficacia. Entre las dificultades más importantes están las de integración de las tácticas de control biológico y químico, lo que impide la realización de programas de manejo más sustentables en el control de plagas.

El control biológico ha sido reportado ampliamente como una de las tácticas complementarias más importantes en el control de plagas (Hoy, 1991). Los enemigos naturales, en condiciones adecuadas, pueden regular las poblaciones de las plagas dentro de rangos económicamente tolerables, repercutiendo favorablemente en una disminución de costos, calidad del ambiente, resistencia a pesticidas, etc. Sin embargo, su éxito se fundamenta en la sobrevivencia de los enemigos naturales, para relegar el empleo de pesticidas a situaciones tales como el control de niveles poblacionales críticos, o la eliminación de plagas con restricción cuarentenaria. Luego, es fundamental conocer el efecto de los pesticidas sobre los enemigos naturales, de manera de

evitar el uso de aquellos que tienen consecuencias negativas y fomentar la utilización de los que tienen características selectivas.

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) ha desarrollado bioensayos estándares, para determinar el efecto de los pesticidas sobre cada tipo de enemigo natural, lo que permitió comparar los resultados de diferentes investigadores (Hassan, 1985; Hassan *et al.*, 1987, 1988 y 1994). Sin embargo, han sido poco desarrollados métodos de evaluación que permitan comparar simultáneamente varios pesticidas sobre diferentes especies de enemigos naturales (Jones *et al.*, 1995). Otro indicador de toxicidad es el tiempo letal, el que permite estimar el porcentaje de mortalidad de una concentración a través del tiempo. Esto se recomienda cuando se quiere comparar diferentes productos de rápido efecto knock down y se dispone de pocos insectos (Throne *et al.*, 1995). El objetivo de este trabajo fue evaluar mediante la determinación de los tiempos letales, el efecto de algunos pesticidas sobre un grupo de enemigos naturales, los cuales ejercen un eficiente control biológico de plagas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los bioensayos se realizaron en laboratorio en el Centro Experimental de Entomología La Cruz, V Región, Chile, durante los años 1997-1999. Los pesticidas y dosis utilizados, además de los enemigos naturales evaluados se especifican en el Cuadro 1. Los pesticidas elegidos en este estudio, correspondieron a aquellos que se emplean frecuentemente en el control de plagas en frutales. En las evaluaciones de toxicidad se utilizaron las dosis máximas recomendadas por el fabricante según el cultivo (AFIPA 1998-1999). Los enemigos naturales se expusieron a residuos de pesticidas frescos y secos. En este estudio se utilizaron 2 métodos de aplicación, que permitieron determinar el tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) de los pesticidas y categorizar su toxicidad.

**Método 1.-** El  $TL_{50}$  se evaluó sobre enemigos naturales adultos expuestos a residuos de pesticidas. Estos se confinaron dentro de tubos de vidrio de 10 cm de largo por 3 cm diámetro, abiertos por ambos extremos los que fueron inmersos durante 5 s en disolución de pesticida (dosis en Cuadro 1) preparada con agua destilada, incluido el tul de nylon utilizado para cerrar los extremos del tubo. Una vez que los residuos estuvieron secos, después de 1 h de aplicados, se colocaron 20 enemigos naturales dentro de cada tubo. El tratamiento control consistió en agua destilada. Se utilizaron 5 repeticiones (1 tubo = 1 repetición) por tratamiento.

**Método 2.-** Se usó en el caso de productos que dejan residuos adherentes (Formetanate y Metamidofos), en que fue necesario incluir papel filtro para evitar mortalidades de los insectos por adherencias a las superficies tratadas.

La solución de pesticidas fue aplicada con la Torre de Potter (Burkard Manufacturing Co. Ltd, Rickmansworth, U.K.) sobre placas Petri de 6 cm de diámetro por 2 cm de alto con dos orificios laterales de 0,6 cm de diámetro, los que fueron tapados con muselina ajustada a

presión con un trozo de tubo plástico de 1,5 cm de largo. La aplicación se realizó sobre un círculo de papel filtro colocado en el interior de la placa para evitar que los insectos se adhieran a los residuos. El tratamiento control consistió en agua destilada. Una vez que los residuos estuvieron secos, se colocaron 10 ejemplares adultos dentro de cada placa, se utilizaron 5 repeticiones (1 placa = 1 repetición) por tratamiento. Este método se usó con los insecticidas probados sobre *Orius insidiosus*. Las condiciones post-aplicación para ambos métodos fueron  $23 \pm 2$  °C, fotoperíodo 16:8, 75-80% humedad relativa (HR) y ventilación forzada en una campana extractora de gases. La evaluación de los enemigos naturales fue realizada a través del tiempo (min, h) en el que se registró el 10, 30, 50, 70 y 90% de mortalidad.

Los resultados de la mortalidad de cada tratamiento fueron sometidos al análisis de Probit mediante el uso del programa de computación POLO-PC (Russell y Robertson, 1979; Robertson *et al.*, 1980), se calcularon los  $TL_{50}$  y  $TL_{90}$  (intervalos de confianza 95%), valores a y b y paralelismo de las líneas de regresión. Para evaluar las diferencias entre los valores de  $TL_{50}$  se determinó el intervalo de confianza para sus respectivos cuocientes; este método incluye los errores estadísticos que involucraron las estimaciones de TLs (Robertson y Preisler, 1992). Si el intervalo de confianza del cuociente de TL incluye 1 entonces los valores de TL no son estadísticamente significativos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una clasificación de los  $TL_{50}$  de los pesticidas permitió separarlos en 4 categorías de toxicidad (Cuadro 1). En el Cuadro 2 se muestran los TLs (análisis de Probit) para la clasificación se consideró el  $TL_{50}$ . Los insecticidas que ocuparon la primera categoría, que comprende a los de más alta toxicidad, la cual correspondió a los tiempos letales ubicados entre  $0h < TL_{50} < 2h$  e incluyeron a: Azinfosmetil sobre *Neoseiulus chilensis* (Dosse) y *Phytoseiulus persimilis* Athias-

**Cuadro 1.** Productos, dosis y enemigos naturales utilizados en los bioensayos e índice de toxicidad  
**Table 1.** Products, doses and natural enemies utilized in bioassays and toxicity index

Pesticidas		Dosis comercial usada	Enemigos naturales							
Ingrediente activo	Nombre comercial		<i>Amitus spiniferus</i> ( <i>Aleurothrixus floccosus</i> )*	<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Áfidos)	<i>Metaphycus flavus</i> ( <i>Saissetia oleae</i> y <i>S. coffeae</i> )	<i>Neoseiulus chilensis</i> ( <i>Tetranychus</i> spp.)	<i>Ortus insidiosus</i> (Thysanoptera)	<i>Pauridia peregrina</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> ( <i>Tetranychus</i> spp.)	<i>Scutellista caerulea</i> ( <i>S. oleae</i> )
Azinfosmetil	Cotion 50 WP	0,09 g 100 mL <sup>-1</sup>	1	1		1			1	
Clorfenvinfos	Birlane 240 EC	0,12 mL 100 mL <sup>-1</sup>	1	1				1		1
Clorpirifos	Lorsban 4 E	0,12 mL 100 mL <sup>-1</sup>	1	1	1	2		1	1	2
Diazinon	DZN 600 EC	0,08 mL 100 mL <sup>-1</sup>			1	2			1	
Esfenvalerato	Halmark 75 EC	0,06 mL 200 mL <sup>-1</sup>				1			1	
Formetanate	Dicarzol 500 SP	0,1 mL 100 mL <sup>-1</sup>					1			
Imidacloprid	Confidor 350 SC	0,06 mL 100 mL <sup>-1</sup>	1	1	1			1		1
Metamidofos	Tamaron 600 SL	0,12 mL 100 mL <sup>-1</sup>					1			
Metomilo	Lannate	0,06 g 100 mL <sup>-1</sup>						1		
Oxicloruro de cobre	Oxi-cup	0,6 g 100 mL <sup>-1</sup>	3	3						4
Permetrina	Ambush 50	0,09 mL 100 mL <sup>-1</sup>					1		1	

\* ( ) Plaga que controla.

1 = 0h < TL<sub>50</sub> < 2h altamente tóxico.

2 = 2h < TL<sub>50</sub> < 5h tóxico.

3 = 5h < TL<sub>50</sub> < 24h moderadamente tóxico.

4 = 24h > TL<sub>50</sub> levemente tóxico.

Henriot; Clorfenvinfos sobre *Amitus spiniferus*, *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), *Pauridia peregrina* Timberlake y *Scutellista caerulea* (Fonscolombe); Clorpirifos sobre *A. spiniferus* (Brèthes), *L. testaceipes*, *Metaphycus flavus* (Howard), *P. peregrina* y *P. persimilis*; Diazinon sobre *M. flavus* y *P. persimilis*; Esfenvalerato sobre *N. chilensis* y *P. persimilis*; Formetanate sobre *Orius insidiosus* (Say); Imidacloprid sobre *A. spiniferus*, *L. testaceipes*, *M. flavus*, *P. peregrina* y *S. caerulea*; Metamidofos sobre *O. insidiosus*; Metomilo sobre *O. insidiosus*; Permetrina sobre *N. chilensis* y *P. persimilis*.

La segunda categoría de toxicidad comprendió a los tiempos letales entre  $2h < TL_{50} < 5h$  e incluyó a: Clorpirifos sobre *N. chilensis* y *S. caerulea*; Diazinon sobre *N. chilensis*.

La tercera categoría de una toxicidad moderada, comprende los tiempos letales entre  $5h < TL_{50} < 24h$  e incluyó a: Oxicloruro de cobre sobre *A. spiniferus* y *L. testaceipes*.

La cuarta categoría, de toxicidad leve, comprende a los tiempos letales superiores a  $24h > TL_{50}$  y resultó para Oxicloruro de cobre sobre *S. caerulea*.

Estos resultados demuestran que el TL es un buen estimador de toxicidad de los pesticidas, dado que permite evaluar en forma relativamente simple, precisa, económica, simultánea y reproducible el efecto de pesticidas sobre los enemigos naturales. Además, la categoría de toxicidad que alcanzaron los pesticidas estudiados, concordó con los resultados obtenidos mediante métodos que consideran la concentración o dosis letal, los cuales son más complejos y específicos para cada enemigo natural (Hassan, 1985; Hassan *et al.*, 1987; 1988 y 1994; Blümel, *et al.*, 1993). Son necesarios estudios adicionales para una estimación más precisa de los efectos tóxicos de los pesticidas en el campo y atenuar con ello

la posible sobrestimación de la toxicidad, que generalmente ocurre en los estudios de laboratorio. Además, para completar la evaluación del efecto de los pesticidas sobre los enemigos naturales, sería también conveniente la determinación de los efectos subletales en condiciones de laboratorio y campo. Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación sirven como referencia para orientar la selección de los pesticidas en los programas de control de plagas y enfermedades en cultivos hortofrutícolas, especialmente cuando se trata de implementar un programa de manejo integrado de plagas.

Según los resultados, se puede concluir que en general los pesticidas muestran una alta toxicidad en las dosis máximas recomendadas por los fabricantes para la agricultura, los cuales son ampliamente utilizados para el control de plagas en los diferentes cultivos. Este tipo de pesticidas no posee selectividad fisiológica, lo que inhabilita su utilización en presencia de enemigos naturales, recomendándose su reemplazo en los programas de control o su empleo ecológicamente selectivo. Esto último, se cumpliría observando cuidadosamente la fenología de los enemigos naturales e identificación de áreas de refugio, prefiriendo utilizar los pesticidas en el momento de menor presencia o de estados menos vulnerables de los enemigos naturales. Se debería preferir aquellos pesticidas de fácil degradación, considerando su modo y espectro de acción. Además, se recomendaría emplear las formulaciones químicas más apropiadas, biopesticidas, reguladores de crecimiento de insectos, confusión sexual, lugares específicos de aplicación (tronco, ramillas, raíces), razas resistentes de enemigos naturales, de manera de minimizar los efectos detrimentales de los pesticidas sobre los enemigos naturales, permitiendo su sobrevivencia y por lo tanto el control sustentable de plagas.

**Cuadro 2.** Efecto de pesticidas sobre enemigos naturales en tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>)  
**Table 2.** The effect of pesticides on natural enemies in mean lethal time (TL<sub>50</sub>)

Spp.	Pesticidas	TL <sub>50</sub> (h)	IC	TL <sub>90</sub> (h)	IC	b (ES)
<i>Amitus spiniferus</i>						
	Clorfenvinfos	<b>0,34</b>	0,31-0,38	<b>0,63</b>	0,53-0,88	4,87 (0,41)
	Clorpirifos	<b>0,19</b>	0,18-0,2	<b>0,28</b>	0,26-0,30	7,59 (0,59)
	Imidacloprid	<b>0,31</b>	0,25-0,36	<b>0,47</b>	0,39-0,8	6,7 (0,56)
	Oxicloruro de cobre	<b>10,69</b>	9,82-11,59	<b>15,75</b>	13,99-19,75	7,61 (0,66)
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>						
	Clorfenvinfos	<b>0,32</b>	0,31-0,33	<b>0,40</b>	0,38-0,44	12,98 (1,0)
	Clorpirifos	<b>0,16</b>	0,14-0,17	<b>0,25</b>	0,22-0,30	6,29 (0,48)
	Imidacloprid	<b>0,58</b>	0,56-0,6	<b>0,89</b>	0,84-0,94	6,94 (0,43)
	Oxicloruro de cobre	<b>5,1</b>	4,7 -5,61	<b>9,98</b>	8,7 -12,16	4,45 (0,29)
<i>Metaphycus flavus</i>						
	Clorpirifos	<b>0,35</b>	0,34-0,37	<b>0,52</b>	0,49-0,57	7,46 (0,65)
	Diazinon	<b>0,46</b>	0,38-0,54	<b>0,70</b>	0,58-1,46	7,24 (0,65)
	Imidacloprid	<b>0,28</b>	0,26-0,28	<b>0,45</b>	0,42-0,50	5,64 (0,45)
<i>Neoseiulus chilensis</i>						
	Azinfosmetil	<b>0,61</b>	0,54-0,68	<b>1,47</b>	1,20-2,03	3,35 (0,22)
	Clorpirifos	<b>2,8</b>	2,21-3,45	<b>5,53</b>	4,37-8,79	4,4 (0,31)
	Diazinon	<b>4,21</b>	3,67-4,85	<b>24,4</b>	18,00-37,4	-0,13 (0,22)
	Esfenvalerato	<b>0,68</b>	0,61-0,76	<b>1,41</b>	1,15-2	4,1 (0,28)
	Permetrina	<b>0,20</b>	0,17-0,23	<b>0,60</b>	0,49-0,79	2,69 (0,18)
<i>Orius insidiosus</i>						
	Formetanate	<b>0,71</b>	0,66-0,77	<b>1,78</b>	1,52-2,20	3,21 (0,27)
	Metamidofos	<b>0,69</b>	0,65-0,72	<b>1,24</b>	1,12-1,44	5,02 (0,56)
	Metomilo	<b>0,1</b>	0,09-0,10	<b>0,16</b>	0,15-0,19	5,38 (0,37)
<i>Pauridia peregrina</i>						
	Clorfenvinfos	<b>0,37</b>	0,35-0,39	<b>0,5</b>	0,46-0,56	9,77 (0,73)
	Clorpirifos	<b>0,35</b>	0,33-0,36	<b>0,44</b>	0,41-0,48	12,7 (0,88)
	Imidacloprid	<b>0,43</b>	0,41-0,45	<b>0,71</b>	0,65-0,81	5,91 (0,44)
<i>Phytoseiulus persimilis</i>						
	Azinfosmetil	<b>1,1</b>	0,95-1,25	<b>1,7</b>	1,44-2,47	6,8 (0,49)
	Clorpirifos	<b>0,23</b>	0,21-0,25	<b>0,32</b>	0,29-0,4	8,6 (0,66)
	Diazinon	<b>1,3</b>	1,2 -1,38	<b>1,63</b>	1,51-1,92	13,2 (1,1)
	Esfenvalerato	<b>0,61</b>	0,58-0,63	<b>0,81</b>	0,76-0,88	10,1 (0,68)
	Permetrina	<b>0,33</b>	0,29-0,37	<b>0,54</b>	0,47-0,68	6,19 (0,43)
<i>Scutellista caerulea</i>						
	Clorfenvinfos	<b>0,46</b>	0,44-0,47	<b>0,75</b>	0,70-0,82	5,87 (0,4)
	Clorpirifos	<b>3,97</b>	3,8 -4,12	<b>6,70</b>	6,26-7,24	5,63 (0,37)
	Imidacloprid	<b>0,48</b>	0,43-0,52	<b>1,13</b>	0,95-1,46	3,4 (0,24)
	Oxicloruro de cobre	<b>90,22</b>	82,1 -99,75	<b>172,23</b>	147,4 -217,9	4,56 (0,34)

TLs estimados en análisis de probit (POLO; Russell y Robertson, 1979).

IC = Intervalo de Confianza.

b(ES) = Error estándar.

h = hora

## LITERATURA CITADA

- AFIPA 1998-1999. Manual fitosanitario. 731 p. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G. Santiago, Chile.
- Blümel, S., F. Bakker, and A. Grove. 1993. Evaluation of different methods to assess the side effects of pesticides on *Phytoseiulus persimilis* A-H. Exp. Appl. Acarol. 17:161-169.
- Hassan, S.A. 1985. International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants. Standard methods to test the side effects of pesticides on natural enemies of insects and mites. Developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Bulletin OEPP/EPPO 15:214-255.
- Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. Inglesfield, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Stäubli, J.J. Tuset, G. Viggiani, and G. Vanwetswinkel. 1987. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Z. ang. Entomol. 103:92-107.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, F. Mansour, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Stäubli, G. Sterk, K. Tavares, J.J. Tuset, G. Viggiani, and A.G. Vivas. 1988. Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS- Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". J. Appl. Ent. 105:321-329.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M. Van de Veire, G. Viggiani, and H. Vogt. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Entomophaga 39:107-119.
- Hoy, M.A. 1991. Challenges for biological control: Enhancing its role in agriculture by the year 2000. Bull. Entomol. Soc. of New Zealand 10:9-23.
- Hull, L.A., and E.H. Beers. 1985. Ecological selectivity: modifying chemical control practices to preserve natural enemies. p. 103-121. In Hoy, M.A. and Herzog, D.C. (ed.). Biological control in agricultural IPM systems. Academic Press Inc., Orlando, USA.
- Jones, W.A., D.A. Wolfenbarger, and A.A. Kirk. 1995. Response of adult parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) to leaf residues of selected cotton insecticides. Entomophaga 40:153-162.
- Robertson, J.L., R.M. Russell, and N.E. Savin. 1980. POLO: A user's guide to probit or logit analysis. 15 p. USDA, Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-38. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Berkeley. California. USA.
- Robertson, J.L., and H.K. Preisler. 1992. Pesticide bioassays with arthropods. 127 p. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Russell, R.M., and J.L. Robertson. 1979. Programming probit analysis. Bull. Entomol. Soc. Am. 25:191-192.
- Throne, J.E., D.K. Weaver, V. Chew, and J.E. Baker. 1995. Probit analysis of correlated data: Multiple observation over time at one concentration. J. Econ. Entomol. 88:1510-1512.