
TOXICOLOGIA EN LABORATORI D'INSECTICIDES PIRETROIDES SOBRE ELS DEPRECADORS *MACROLOPHUS CALIGINOSUS* WAGNER I *DICYPHUS TAMANINII* WAGNER (HETEROPTERA: MIRIDAE)

Pilar Solans, Josep Izquierdo*

RESUM

Vàrem avaluar la sensibilitat dels mírids depredadors *Macrolophus caliginosus* Wagner i *Dicyphus tamaninii* Wagner a diversos insecticides piretroides en condicions de laboratori. Els insectes van ser exposats a residus secs dels plaguicides sobre superfície inerta i fulla de tomaquera, i vàrem realitzar aplicacions tòpiques. Els resultats demostren que hi ha diferències significatives de sensibilitat en funció de la matèria activa utilitzada i de l'espècie de mírid. La DL₅₀ tòpica més baixa es va obtenir pel Deltametrin, seguit del Lambda-cihalotrin, l'Alfacipermetrin i el Fenvalerat.

PARAULES CLAU: *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, piretroides, toxicitat.

RESUMEN

Evaluamos la sensibilidad de los míridos depredadores *Macrolophus caliginosus* Wagner y *Dicyphus tamaninii* Wagner a diversos piretroides en condiciones de laboratorio. Los insectos fueron expuestos a residuos secos de los plaguicidas sobre superficie inerte y hoja de tomatera, y realizamos aplicaciones tópicas. Los resultados demuestran diferencias significativas de sensibilidad en función de la materia activa utilizada y de la especie de mírido. La DL₅₀ tópica más baja se obtuvo para el Deltametrín, seguido del Lambda-cihalotrin, el Alfacipermetrin i el Fenvalerato.

PALABRAS CLAVE: *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, piretroides, toxicidad.

* Escola Superior d'Arquitectura de Barcelona. Urgell, 187, 08036 BARCELONA

ABSTRACT

*Toxicology of pirethroid insecticides on predators *Macrolophus caliginosus* Wagner and *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) in laboratory.* Sensitivity of predator mirids *M. caliginosus* and *D. tamaninii* against several pirethroid insecticides was evaluated in laboratory tests. Insects were exposed to pesticide dry residues on inert surface and tomato leaf, and topical applications were performed. Results show significative differences in sensitivity according to the used active ingredient and mirid species. Lowest topical LD₅₀ was obtained for Deltamethrin, followed by Lambda-cyhalothrin, Alpha-cypermethrin and Fenvalerate.

KEY WORDS: *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, pirethroids, toxicity.

1. INTRODUCCIÓ

Macrolophus caliginosus Wagner i *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) són espècies autòctones del litoral de les comarques catalanes. Diversos estudis indiquen que aquests mírids són capaços d'actuar com a controladors biològics d'organismes plaga en alguns cultius hortícoles. És coneguda la seva activitat com a depredadors de mosca blanca, ous de lepidòpters (Salamero *et al.*, 1987), pugons, àcars (Fauvel *et al.*, 1987) i trips (Riudavets *et al.*, 1993), entre d'altres preses.

Aquests mírids constitueixen en l'actualitat la base de programes de control integrat en algunes comarques del litoral català, en cultius de tomaquera a l'aire lliure, per al control de mosca blanca, mitjançant sistemes de conservació (Alomar *et al.*, 1991). A França, la Gran Bretanya, Bèlgica, etc., s'utilitzen en sistemes d'inoculació en cultius protegits, i s'observa una expansió de l'ús d'aquestes tècniques de control (Trotin & Millot, 1994).

L'efecte dels productes fitosanitaris sobre mírids depredadors en cultius hortícoles és poc conegut. Dins els insecticides neurotòxics, els piretroides són un grup àmpliament utilitzat en cultius hortícoles espanyols. Són productes, en general, d'ampli espectre, elevada toxicitat per als insectes, baixa toxicitat per als mamífers i baixa persistència al medi ambient, la qual cosa ha contribuït al seu èxit (Hirano, 1989). Aquest grup d'insecticides es considera poc selectiu per a fauna benèfica, però hi ha treballs on s'observen diferències en el comportament entre matèries actives d'aquesta família de plaguicides (Arnó *et al.*, 1995).

Aquest treball planteja l'avaluació toxicològica d'una sèrie de pire-

troides en laboratori sobre *M. caliginosus* i *D. tamaninii* utilitzant diverses tècniques d'exposició a l'insecticida.

2. MATERIAL I MÈTODES

Els assaigs realitzats es divideixen en exposició dels mírids a residus secs de l'insecticida (superfície inerta –vidre– / fulla de tomaquera) i aplicacions tòpiques (microaplicació).

2.1. Material biològic

Els insectes utilitzats procedien d'un sistema propi de cria de mírids. L'origen de la població de *M. caliginosus* va ser un lot d'adults facilitat per Ciba-Bunting, que va ser enriquit amb diverses aportacions d'individus autòctons. La població de *D. tamaninii* original provenia de camps comercials de tomaqueres de la zona del Maresme.

2.2. Insecticides utilitzats

Els productes utilitzats als assaigs van ser: Lambda-cihalotrin (Karate 2,5 %), Alfacipermetrin (Fastac 10 %), Deltametrin (Decis 2,5 %), Fenvalerat (Sumifive 18%) i Tau fluvalinat (Klartan 24 %). Les dosis màximes recomanades van ser de 20, 40, 12,5, 120 i 48 mg de matèria activa / litre d'aigua, respectivament.

2.3. Assaigs d'exposició a residus secs

2.3.1. Superfície inerta (vidre)

Les cabines d'assaig i la metodologia utilitzades s'han basat en les propostes d'Izquierdo *et al.* (1996), d'acord amb les directrius de la IOBC/WPRC (Organització Internacional per el Control Biològic/Secció Paleàrtica-Oest). La cabina està constituïda per un anell (7,5 cm de diàmetre, 2 cm d'alçada) amb sis forats (1 cm). D'aquests, quatre són de ventilació (coberts amb una malla d'acer inoxidable –llum 0,34 mm); un té un tap de cautxú, on es connectarà el sistema de ventilació, i al darrer s'instal·la un dipòsit amb aigua (tub de vidre de 3,5 cc taponat amb cotó hidròfil i fixat a l'estructura amb bandes de cautxú). Dos vidres, que es fixaran amb gomes elàstiques, tanquen l'anell.

L'aplicació del producte es va realitzar amb un polvoritzador manual, amb valors de dipòsit compresos entre 1,5 i 2 mg de fluid/cm². Les es-

estructures polvoritzades foren els dos vidres de la cabina. Les dosis de producte utilitzades van ser les màximes recomanades per cada producte (dosi 1) i dilucions d'aquesta 5 cops (dosi 0,2) i 20 cops (dosi 0,05). Cada dosi constava de 4 repeticions. Els testimonis es van polvoritzar amb aigua.

Un cop sec el líquid polvoritzat, es muntaren les cabines. En aquestes, s'hi introduïen 5-7 nimfes N3 procedents dels sistema de cria i 0,05 g d'ous d'*Ephestia kuebniella* com a aliment. L'estructura es tancava amb els vidres i es fixava amb gomes elàstiques.

Les cabines d'exposició es van instal·lar en una cambra climàtica ($24 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíode 16/8 D/N). Aquestes estaven connectades a un sistema de ventilació que assegurava el flux d'aire humidificat, que permetia renovar el volum d'aire de l'interior de les cabines (75-100 cc aire/min).

El dia següent es va fer la primera avaluació i es va registrar el nombre d'individus vius, morts i desapareguts. L'avaluació següent es va fer als 3-4 dies, amb la introducció de 0,05 g d'ous d'*E. kuebniella* per cabina. L'última avaluació es va fer als 7 dies, en què acabava l'assaig.

2.3.2. Fulla de tomaquera

M. caliginosus i *D. tamaninii* es caracteritzen per una alimentació mixta depredador/fitòfag (Malausa, 1989). El mírid pica la planta i suciona líquids vegetals. A més, aquests mírids es troben de forma habitual al cultiu de tomaquera, la qual cosa fa interessant definir l'efecte de l'exposició sobre fulles de tomaquera tractades amb insecticida.

La metodologia utilitzada és molt similar a la utilitzada en assaigs sobre vidre, amb un seguiment idèntic de les cabines. L'aplicació del plaguicida es realitzava sobre plantes de tomaquera d'1,5-2 mesos d'edat, mitjançant un polvoritzador manual. La planta tractada es deixava assecar durant dues hores; llavors es muntaven les cabines, amb les modificacions següents: a l'anell, el forat de l'abeurador s'ampliava a 1,3 cm, instal·lant-ne un de 6 cc de capacitat; en aquest tub es col·locava un foliol de la planta tractada, introduint el peciol en el tub ple d'aigua i fixant-lo amb cotó hidròfob.

2.3.3. Avaluació dels assaigs d'exposició a residus secs

La mortalitat pels insecticides es va calcular com a percentatge d'individus morts sobre el total d'individus presents (vius+morts), passats 7 dies des de l'aplicació del producte, moment en què s'aixecava l'assaig. Aquesta mortalitat es va corregir segons la fórmula d'Abbot (Abbot, 1925) en que:

$$\text{Mortalitat} = (\%Mi - \%Mt) / (100 - \%Mt) \times 100,$$

on %Mi és el percentatge de mortalitat produïda per l'insecticida i %Mt és el percentatge de mortalitat en el testimoni.

Com a criteris de qualitat dels assaigs es va establir que aquests no eren acceptats si la mortalitat del testimoni o el nombre d'individus escapats superava el 20 % en qualsevol dels tractaments.

L'anàlisi de les dades es va realitzar mitjançant el programa SAS 6.11. L'anàlisi de la variància es va realitzar amb els valors transformats d'Abbot (TAbbot) i la separació de mitjanes pel test de Tukey, amb $P < 0,05$ (SAS, 1985).

2.4. Microaplicació

2.4.1. Descripció dels assaigs

Una de les vies per avaluar els efectes d'un plaguicida sobre un insecte és mitjançant la seva deposició sobre un part predefinida del seu cos, normalment efectuat amb un microaplicador (Wiles i Jepson, 1992). La variació de la mortalitat en funció de la dosi permet obtenir rectes d'ajust i valors de DL_{50} (dosi letal mitjana), que en definiran la toxicologia per aquesta via d'exposició (Robertson i Preisler, 1992).

Vàrem utilitzar un microaplicador manual Arnold de la casa Burkard Manufacturing Co. Ltd. Es dipositava una gota amb producte insecticida produïda pel microaplicador, sobre el pronotus del mírid, prèviament anestesiats amb diòxid de carboni. El volum de gota utilitzat (0,25 µl) es va seleccionar perquè era el més adequat en relació amb la dimensió dels mírids. Es van utilitzar 80-100 insectes per producte. Els insectes tractats s'introduïen, en grups de 5, en unes cabines de seguiment (cilindres de plàstic de 35 cc de volum, amb un dipòsit d'aigua de 3,5 cc de volum i obertures de ventilació). Les cabines de seguiment es disposaven en una cambra climatitzada ($24 \pm 2^\circ$ C, fotoperíode 16/8 hores D/N), i s'avaluava la mortalitat dels mírids els 3 dies següents. Les matèries actives avaluades van ser les mateixes que per als assaigs d'exposició a residus secs, exceptuant-ne el Tau fluvalinat.

2.4.2. Avaluació dels assajos de microaplicació

A partir de les dades de mortalitat dels mírids, el dia 3 es va fer una anàlisi Probit, mitjançant el programa SAS 6.11, per obtenir la DL_{50} i els intervals fiducials $P < 0,05$ (SAS, 1985). La separació entre DL_{50} es va fer en funció de la superposició d'interval·ls fiducials definits.

3. RESULTATS

3.1. Exposició a residus secs

3.1.1. Superfície inerta

Els resultats dels assaigs de mortalitat per matèria activa es mostren a la taula 1 i a la figura 1. Les matèries actives més tòxiques han estat per a *M. caliginosus* l'Alfacipermetrin, el Lambda-cihalotrin (tots dos amb un 100 % de mortalitat) i el Deltametrin, i per a *D. tamaninii*, l'Alfacipermetrin (100 %) i el Lambda-cihalotrin (89,9 %), i amb una major sensibilitat de *M. caliginosus* enfront *D. tamaninii* en gairebé tots els assaigs. En els dos mírids s'observa una disminució de la mortalitat en disminuir la dosi del producte aplicat; aquestes diferències són més importants com majors són els valors de la dosi màxima.

TAULA 1. Mortalitat corregida \pm desviació tipus en nimfes N3 de *M. caliginosus* i *D. tamaninii* en superfície inerta, segons matèria activa i dosi.

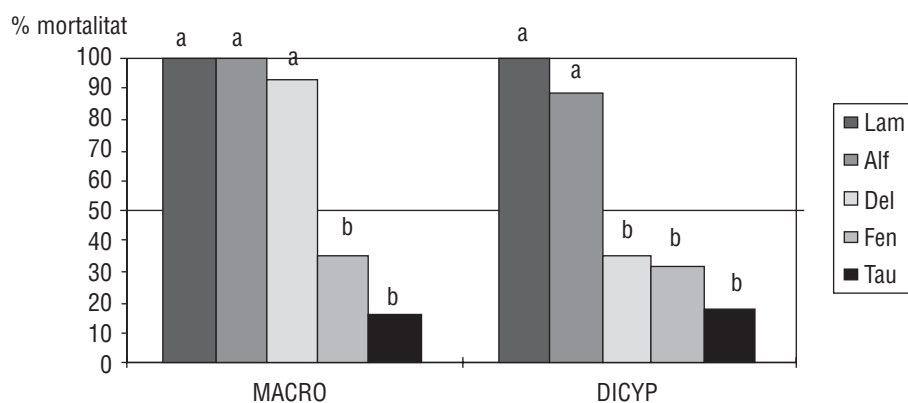
Matèria activa	M. caliginosus			D. tamaninii		
	Dosi 1	Dosi 0,2	Dosi 0,05	Dosi 1	Dosi 0,2	Dosis 0,05
Lambda-cihalotrin	100,0 \pm 0,0 a	83,3 \pm 13,6 b	66,7 \pm 13,6 b	88,9 \pm 12,8 a	25,0 \pm 35,6 b	2,8 \pm 5,6 b
Alfacipermetrin	100,0 \pm 0,0 a	48,2 \pm 28,4 b	24,1 \pm 41,1 b	100,0 \pm 0,0 a	26,3 \pm 12,2 b	7,9 \pm 9,1 c
Deltametrin	92,6 \pm 8,5 a	44,2 \pm 22,2 b	19,4 \pm 12,9 b	35,0 \pm 25,2 a	10,0 \pm 11,6 a	5,0 \pm 10,0 a
Fenvalerat	35,7 \pm 34,1 a	10,7 \pm 7,1 a	7,1 \pm 8,3 a	31,6 \pm 20,2 a	17,1 \pm 15,1 a	13,2 \pm 17,5 a
Tau fluvalinat	15,7 \pm 12,6 a	14,8 \pm 7,4 a	15,7 \pm 12,6 a	18,4 \pm 27,4 a	7,9 \pm 9,1 a	0,0 \pm 0,0 a

Valors per a cada insecte dins de la mateixa fila acompanyats de la mateixa lletra no presenten diferències significatives ($P < 0,05$).

3.1.2. Fulla de tomaquera

Els resultats d'aquests assaigs es presenten a la taula 2 i a la figura 2 per a *M. caliginosus* i *D. tamaninii*. L'Alfacipermetrin (42,38 % de mortalitat) i el Lambda-cihalotrin (66,67 %) han continuat sent les matèries actives més tòxiques per a *M. caliginosus*, i per a *D. tamaninii* la més tòxica ha resultat el Lambda-cihalotrin (68,42 %). El Tau fluvalinat, per a tots dos mírids, ha obtingut una mortalitat nul.la. Com en superfície inerta, s'ha produït una disminució de la mortalitat en diluir la dosi màxima recomanada.

FIGURA 1. Mortalitat corregida en nimfes N3 de *M. caliginosus* (MACRO) i *D. tamaninii* DICYP per a matèries actives aplicades sobre superfície inerta a la dosi màxima.



Lam: Lambda-cihalotrin, Alf: Alfacipermetrin, Del: Deltametrin , Fen: Fenvalerat, i Tau: Tau fluvalinat.

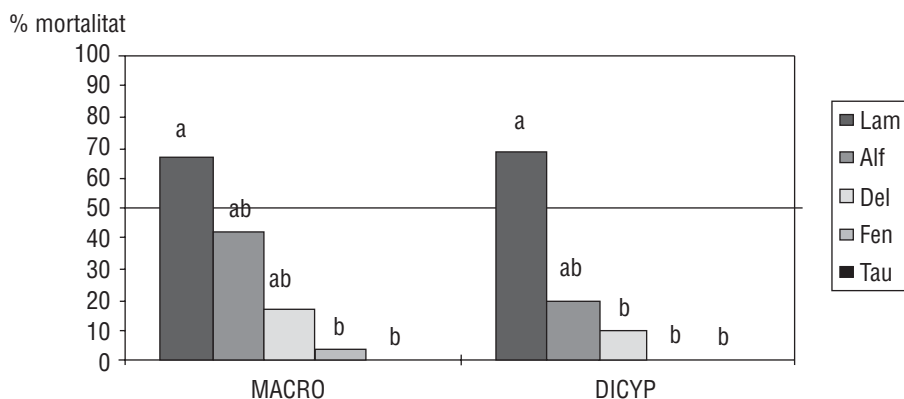
Mitjanes del mateix organisme acompanyades de la mateixa lletra no presenten diferències significatives ($P < 0,05$).

TAULA 2. Mortalitat corregida \pm desviació tipus en nimfes N3 de *M. caliginosus* i *D. tamaninii* en fulla, segons matèria activa i dosi.

Matèria activa	<i>M. caliginosus</i>			<i>D. tamaninii</i>		
	Dosi 1	Dosi 0,2	Dosi 0,05	Dosi 1	Dosi 0,2	Dosis 0,05
Lambda-cihalotrin	66,7 \pm 20,1 a	7,1 \pm 8,3 b	14,3 \pm 0,0 b	68,4 \pm 27,2 a	11,8 \pm 7,9 b	3,9 \pm 7,9 b
Alfacipermetrin	42,4 \pm 29,9 a	12,5 \pm 25,0 a	5,0 \pm 10,0 a	20,0 \pm 16,3 a	15,0 \pm 10,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Deltametrin	17,1 \pm 17,1 a	14,6 \pm 13,1 a	5,7 \pm 11,4 a	10,0 \pm 20,0 a	5,0 \pm 10,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Fenvalerat	3,6 \pm 7,1 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
Tau fluvalinat	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a

Valors per a cada insecte dins de la mateixa fila acompanyats de la mateixa lletra no presenten diferències significatives ($P < 0,05$).

FIGURA 2. Mortalitat corregida en nimfes N3 de *M. caliginosus* (MACRO) i *D. tamaninii* DICYP per a matèries actives aplicades sobre fulla de tomaquera a la dosi màxima.



Lam: Lambda-cihalotrin, Alf: Alfacipermetrin, Del: Deltametrin , Fen: Fenvalerat, i Tau: Tau fluvalinat .

Mitjanes del mateix organisme acompanyades de la mateixa lletra no presenten diferències significatives ($P < 0,05$).

3.2. Assaigs de microaplicació

A la taula 3 es defineixen els valors de DL_{50} per als dos tipus de mírids i per als diferents piretroides assajats, expressats en ng matèria activa / individu i μg matèria activa / gram d'individu. Les matèries actives han presentat la mateixa tendència de toxicitat per als dos mírids, amb el Deltametrin seguit del Lambda-cihalotin com a productes més tòxics. El Fenvalerat ha estat la matèria activa amb menor activitat tòxica sobre mírids. Els valors de DL_{50} , expressats en ng matèria activa / individu, per a *D. tamaninii* són sempre significativament superiors als obtinguts per a *M. caliginosus*.

Aquest resultat evidencia una major sensibilitat de *M. caliginosus* respecte de *D. tammaninii* als productes avaluats. Si la DL_{50} s'expressa per gram d'organisme, aquestes diferències entre els dos mírids tendeixen a desaparèixer (taula 3), i no s'observen diferències significatives per a Deltametrin, Alfacipermetrin i Fenvalerat.

TAULA 3. *Valors de dosi letal 50 (DL₅₀) expressada per individu i gram d'individu segons mírid i matèria activa, a les 72 hores d'observació.*

		μg matèria activa / individu		μg matèria activa / g individu	
Mírid	Matèria activa	DL ₅₀	Intervals fiducials	DL ₅₀	Intervals fiducials
<i>M. caliginosus</i>	Deltametrin	0,407 a	0,311-0,483	1,611 a	1,231-1,912
	Lambda-cihalotrin	0,833 b	0,731-0,954	3,295 b	2,893-3,771
	Alfacipermetrin	2,007 c	1,437-2,895	7,932 c	5,680-11,442
	Fenvalerat	4,307 d	2,466-6,111	17,026 c	9,750-24,157
<i>D. tamaninii</i>	Deltametrin	0,687 a	0,529-0,864	1,134 a	0,873-1,426
	Lambda-cihalotrin	2,787 b	2,114-4,037	5,181 b	3,923-6,662
	Alfacipermetrin	3,767 b	3,061-4,473	6,216 b	4,916-7,516
	Fenvalerat	11,753 c	8,323-18,632	19,395 c	13,735-30,746

Valors de la columna per a cada mírid acompanyats de la mateixa lletra no presenten diferències significatives sobre la base de la superposició d'intervals fiducials ($P < 0,05$).

4. DISCUSSIÓ

4.1. Exposició a residus secs

Globalment s'ha observat una major mortalitat, sobre les dues espècies, en els assaigs d'exposició a residus secs sobre superfície inerta que sobre fulla de tomaquera. Aquest aspecte també ha estat observat per Izquierdo *et al.* (1996) en assaigs similars, i es pot justificar amb les diferències de quantitat de producte en les cabines, la distribució del producte en el substracte vegetal i el grau d'exposició de l'insecte sobre la base del seu comportament.

S'han trobat diferències notables en la toxicitat sobre mírids en els insecticides piretroides assajats. Per als dos mírids es manté l'ordenació de toxicitat; concretament el Lambda-cihalotrin i l'Alfacipermetrin s'han comportat en els assaigs sobre superfície inerta com a tòxics, el Deltametrin entre moderadament i lleugerament tòxic i el Fenvalerat i Tau fluvalinat inofensius. En els assaigs en fulla les mortalitats observades són inferiors, per això una classificació sobre la base d'aquests assaigs redueix sensiblement la categoria toxicològica dels productes. El Fenvalerat i el Tau fluvalinat, productes que s'han manifestat menys tòxics en els assaigs, pertanyen a un grup de piretroides sense anell ciclopropà i amb alcohol fenoxibenzílic

(Barberà, 1989), a diferència de les altres matèries actives utilitzades. Aquestes diferències estructurals podrien ser la base de les divergències toxicològiques observades.

Aquests resultats de toxicitat difereixen notablement dels presentats per Biobest (1996), que classifica aquestes cinc matèries actives de forma homogènia com a tòxiques (categoria 4 de la classificació IOBC/WPRS per a organismes útils). Al contrari, coincideixen més amb les observacions d'Arnó *et al.* (1995), que en assaigs amb N4 de *D. tamaninii*, on s'aplica la dosi màxima recomanada dels productes sobre tomaquera, detecten una variabilitat en la toxicitat de diversos piretroides i classifiquen el Deltametrin i Tau fluvalinat com a productes poc tòxics.

En reduir les dosis dels productes s'observa, de forma general, una disminució de la mortalitat. Aquest descens, però, no està relacionat proporcionalment amb la disminució de la dosi del producte, i és més accentuat com major ha estat la mortalitat produïda per la dosi màxima. La utilització de dosis reduïdes de plaguicides com a via de millora de la selectivitat ha estat proposat per diversos grups (Poehling; 1989, Longley *et al.*, 1997). En el cas dels mírids, caldria estudiar la sensibilitat relativa de les plagues a aquesta reducció de dosis perquè aquesta línia es considera interessant.

4.2. Microaplicació

La tècnica de microaplicació permet avaluar la perillositat dels productes per una via diferent a l'exposició a residus secs i permet complementar els coneixements de la perillositat dels productes respecte a l'insecte. Aquestes proves confirmen la major sensibilitat de *M. caliginosus* a les matèries actives assajades que *D. tamaninii*, com s'ha observat també en els assaigs d'exposició a residu sec. Però en expressar els resultats en µg matèria activa per unitat de pes, aquestes diferències tendeixen a desaparèixer; aquest efecte, doncs, sembla estar relacionat amb el major pes de *D. tamaninii* respecte de *M. caliginosus* en un mateix estat de desenvolupament (0,253 mg les N3 de *M. caliginosus* i 0,606 mg les N3 de *D. tamaninii*), de manera que es necessitaria una major quantitat de producte per produir la mort de l'individu o una sensibilitat al tòxic diferencial. Aquest aspecte concorda amb el de Wiles i Jepson (1992) que, en assaigs amb Deltametrin sobre diferents artròpodes depredadors, han observat que les espècies de major dimensió són menys susceptibles a aquesta matèria activa. Però cal ser prudent en aquest tipus d'interpretacions; Wiles i Jepson (1992) destaquen que qüestions com la naturalesa del cos, la seva fisiologia o l'estat de desenvolupament poden fer que les DL₅₀ variïn. Així mateix, Robertson i Preisler (1992) alerten del risc de considerar la sensibilitat a plaguicides com una relació lineal amb el pes dels organismes. Comparant els resultats de la DL₅₀

expressada en µg de Deltametrin / g individu N3 de *M. caliginosus* i de *D. tamaninii* (1,611 i 1,134, respectivament) amb dades de Wiles i Jepson (1992) per a diversos artròpodes depredadors, observem que els mírids es troben entre els organismes més sensibles a aquest piretroide.

La posició relativa dels productes assajats sobre base de la seva toxicologia es modifica respecte a l'observada en els assaigs de residu sec. En microaplicació, el Deltametrin és el producte que ha manifestat major perillositat, mentre que en exposició a residu sec ocupava una posició intermèdia. Aquests resultats s'han d'interpretar basant-se en les característiques pròpies dels dos tipus d'assaig. En els d'exposició a residu sec s'aplica el producte segons la dosi recomanada i, per tant, la quantitat d'ingredient actiu al qual estan exposats els insectes és única, mentre que en microaplicació es treballa amb diverses dosis i es busca un valor de relació amb la mortalitat (DL_{50}). L'assaig de residu sec pretén aproximar-se, dins de les seves limitacions, a la situació amb què es trobarà l'insecte en camp, mentre que la definició de la DL_{50} és una mesura de la toxicitat específica del producte. Una altra diferència que cal assenyalar és que la microaplicació és una tècnica d'exposició tòpica del producte fresc que, ateses les característiques de penetració del producte en l'insecte, pot conduir a diferències de sensibilitat relativa importants respecte a l'exposició dels insectes a residu sec de l'insecticida en substrate inert i fulla de tomaquera.

BIBLIOGRAFIA

- ALOMAR, O.; CASTAÑE, C.; GABARRA, R.; ARNO, J.; ARIÑO, J.; ALBAGES, R. (1991). «Conservation of native bugs for biological control in protected and outdoor tomato crops». *IOBC/WPRS Bull.*, 14(5), p. 33-42.
- ABBOT, W.S. (1925). «A method of computing the effectiveness of an insecticide». *J. Econ. Entomol.* 18, p. 265-267.
- ARNÓ, J.; ARIÑO, J.; CASTAÑE, C. (1995). «Efecto de algunos insecticidas sobre el mírido depredador *Dicyphus tamaninii*». *Resumen V Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada. Sevilla, 20-24 de Noviembre de 1995*, p. 82.
- BARBERÀ, C. (1989). *Pesticidas Agrícolas*. 4ª Edición. Barcelona: Ed. Omega.
- BIOBEST (1996). «Side effects of pesticides on beneficial organisms». *Biobest*, p. 19.
- FAUVEL, G.; MALAUSA, J.-C.; KASPAR, B. (1987). «Étude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae)». *Entomophaga*, 32(5), p. 529-543.
- HIRANO, M. (1989). Characteristics of pyrethroids for insect pest control in agriculture. *Pestic. Sci.*, 27(4), p. 353-60.
- IZQUIERDO, J.; TICÓ, C.; SÁNCHEZ, M. (1996). «Mètodes de laboratori per a l'avaluació de l'efecte dels plaguicides sobre *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae)». *Quaderns Agraris*, núm. 18, p. 39-51.
- LONGLEY, M.; JEPSON, P.C.; IZQUIERDO, J.; SOTHERTON, N. (1997). «Temporal and spatial changes in aphid and parasitoid populations following applications of deltamethrin in winter wheat». *Entomologia Experimentalis et Applicata*, núm. 83, p. 41-52.
- MALAUSA, J.-C. (1989). «Lutte intégrée sous serre: Les punaises prédatrices. Mirides dans les cultures de Solanacées du sud-est de la France». *P.H.M. Rev. Horticole*, núm. 298, p. 39-43.
- POEHLING, H.M. (1989). «Selective application strategies for insecticides in agricultural crops». *A: Pesticides and non-target invertebrates*. Londres: Ed. Jepson, P.C. Intercept Limited, p 151-176.
- RIUDAVETS, J.M.; GABARRA, R.; CASTAÑE, C. (1993). «Frankliniella occidentalis predation by natural native enemies». *IOBC/WPRS Bull*, 16(2), p. 137-140.
- ROBERTSON, J.L., PREISLER, H.K. (1992). «Pesticide Bioassays with arthropods». *CRC Press, Inc.* p. 127.
- SALAMERO, A.; GABARRA, R.; ALBAGES, R. (1987). «Observations on the predatory and phytophagous habits of *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae)». *IOBC/WPRS Bull.* 10(2), p. 165-169.
- SAS INSTITUTE INC. (1985). *SAS User's guide. Statistics. 5. edn.*, SAS Institute Inc., Cary N.C.
- TROTTIN-CAUDAL, Y.; MILLOT, P. (1994). «Lutte intégrée contre les ravageurs sur tomate sous abri. Situation et perspectives». *P.H.M. Rev. Horticole*, núm. 348, p. 25-28.

WILES, J.A.; JEPSON, C.J. (1992). «The susceptibility of a cereal aphid pest and its natural enemies to Deltamethrin». *Pestic. Sci.*, 36, p. 263-272.