

VALUTAZIONE, IN CONDIZIONI CONTROLLATE, DELL'AZIONE INSETTICIDA DI DIVERSI GEODISINFESTANTI SULLE LARVE DI ELATERIDI (*AGRIOTES SPP.*)

L. FURLAN*, G. TALON*, F. TOFFANIN**

* Istituto di Entomologia Agraria - Università di Padova

** Centro I.R.I.P.A. Quadrifoglio Coldiretti di Venezia

RIASSUNTO

Numerose prove sono state eseguite per individuare le cause degli insufficienti risultati forniti dagli interventi di geodisinfestazione nel controllare i ferretti. Larve di elateridi (prevalentemente *Agriotes ustulatus* Schall.) raccolte in appezzamenti non geodisinfestati sono state messe, in tempi successivi, in vasetti riempiti con terreno e trattati con diversi geodisinfestanti. Alcuni insetticidi si sono rivelati per nulla (bendiocarb) o poco (gli altri carbammati, malathion) efficaci sebbene siano state usate alte dosi ed i ferretti siano stati immessi subito dopo la distribuzione del prodotto. I danni alle piante non sono differiti significativamente tra vasetti trattati e non trattati poiché: a) anche i migliori geodisinfestanti (la maggioranza degli organofosforici, lindano) hanno causato perlopiù una mortalità inferiore al 100%; b) alcune larve sono morte solo dopo aver danneggiato le plantule; c) l'efficacia decresce fortemente con il passare dei giorni a medio-alte temperature anche in assenza di perdite per lisciviazione.

SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SEVERAL SOIL INSECTICIDES AGAINST WIREWORMS (*AGRIOTES SPP.*) IN CONTROLLED CONDITIONS.

Several trials were carried out in order to understand the reasons of the failure of the soil disinfestation treatments to control wireworms. Wireworm larvae (mostly *Agriotes ustulatus* Schall.) collected by untreated fields, at different times were put in pots filled with soil and treated with soil insecticides. Some of these last ones were no (bendiocarb) or little (the other carbammates, malathion) effective though high doses were used and the larvae were put in immediately after insecticide application. The number of damaged plants was not significantly different between treated and untreated pots because of: a) in most cases, also the best soil insecticides (most of the organophosphates, lindane) caused a mortality lower than 100%; b) some larvae dead after they had fed on corn seedlings c) after 25-30 days at medium-high temperatures the effectiveness of most soil insecticides strongly decreased (there were no losses by leaching).

INTRODUZIONE

Gli insufficienti risultati nel controllare le larve di elateridi forniti dagli interventi di geodisinfestazione, attualmente praticabili, sono stati più volte osservati, sia a livello di sperimentazione (Bongiovanni, 1975; Furlan e Girolami, 1985; Paoletti *et al.*, 1981; Paoletti, 1983; Süss, 1981), sia a livello di pieno campo (Furlan, 1989; Furlan, 1990).

Al fine di individuare quali fattori ne siano causa, sono stati eseguiti più cicli di sperimentazione in vasetti.

MATERIALI E METODI

I cicli di sperimentazione sono stati realizzati nell'anno 1990 presso l'azienda Greggio Luigi di Eraclea (VE) e nel 1991 presso l'azienda Moizzi Luciana di Eraclea (VE) utilizzando:

– **Contenitori:** 1990, vasi in terracotta da litri 2 con diametro superiore di cm 16; 1991, vasi in plastica da litri 1,4 con diametro superiore di cm 14. I fori basali sono stati chiusi con tela spessa per impedire la fuoriuscita delle larve di elateridi, cosicché i vasi sono risultati non drenanti o quasi.

– **Terreno:** per riempire i vasi è stato utilizzato terreno alla capacità di campo; nel 1990, sabbioso limoso con contenuto in sostanza organica di circa il 3%; nel 1991, quest'ultimo e un altro a granulometria medio impasto argillosa e contenuto in sostanza organica del 2.5%.

– **Larve di elateridi:** le larve impiegate sono state raccolte scavando in corrispondenza di piante di bietola e mais attaccate, in terreni non trattati con geoinsetticidi, di diverse aziende della provincia di Venezia. Esse sono state selezionate in base alla lunghezza in 2 gruppi (15-20 mm; 20-23 mm) e classificate.

DISTRIBUZIONE GEODISINFESTANTI – PREPARAZIONE VASETTI

I diversi geodisinfestanti allo studio sono stati distribuiti nei vasetti secondo le seguenti modalità:

1) distribuzione localizzata (LOC): riempiti i vasetti con il terreno, in ciascuno di essi è stato aperto diametralmente un solco profondo due cm, sul fondo del quale è stata distribuita a mano la quantità di prodotto corrispondente alle diverse dosi allo studio; sono stati quindi messi uno o più semi di mais o barbabietola e lo si è richiuso.

2) pieno campo (PC): riempita una scatola di volume noto con il terreno prescelto, questo è stato mescolato con una quantità di geoinsetticida tale da ottenere una concentrazione pari a quella che in pieno campo si può ottenere interrando nei primi 5-7 cm di terreno la dose di geodisinfestante distribuita per unità di superficie.

Nelle tesi PCA il vasetto è stato riempito con il terreno non trattato nella parte inferiore, con quello trattato nei 5-7 cm superiori.

Nelle tesi PCB l'intero vasetto è stato riempito con il terreno mescolato al geoinsetticida affinché le larve poste dentro fossero costrette a stare costantemente a contatto con il prodotto. In tal caso la dose per unità di superficie è risultata circa il doppio rispetto alla tesi PCA e a quanto normalmente si realizza in pieno campo.

SCHEMA DISTRIBUTIVO

Una volta preparati, i vasetti sono stati suddivisi in blocchi randomizzati, e interrati in solchi aperti ad un lato di un appezzamento, in modo tale che la parte superiore fosse a livello della superficie del terreno.

OSSERVAZIONE DEI VASETTI

Dopo alcuni giorni dall'immissione dei ferretti sono stati osservati i vasetti; dapprima levando il seme e/o la piantina per verificare la presenza di erosioni quindi rovesciando il contenuto su un telo per poi smistare a mano il terreno e individuare le larve presenti.

Quest'ultime sono state suddivise in quattro categorie:

- **vive normalmente mobili** (lasciate sul telo si allontanavano velocemente);
- **vive poco mobili** (lasciate sul telo, dopo 2-3 minuti avevano fatto solo pochi spostamenti irregolari);
- **morte** (completamente immobili, talora "scure" in decomposizione);
- **non ritrovate** (appartengono a questo gruppo, probabilmente, quelle larve ormai in decomposizione e distrutte nello smistamento del terreno e quelle che portatesi, prima di morire, sulla superficie del vasetto si sono essiccate e quindi sono state allontanate dal vento).

TESI ALLO STUDIO

Le diverse tesi sono state individuate con una sigla che con le prime quattro lettere indica il principio attivo, con il numero successivo la dose (Kg/ha) del prodotto commerciale impiegato, con le ultime tre lettere la modalità di distribuzione.

In particolare, sono stati utilizzati i seguenti geodisinfestanti: bendiocarb, formulato commerciale al 3% (BEND); benfuracarb, f.c. al 5% (BENF); carbofuran, f.c. al 5% (CARF); carbosulfan, f.c. al 5% (CARS); chlormephos, f.c. al 4.95% (CLOR); chlorpyrifos, f.c. al 7.5% (CLOP); diazinone, f.c. al 4.75% (DIAZ); fonofos, f.c. al 4.75% (FONO); lindano, f.c. al 3% (LIND); malathion, f.c. al 3% (MALA); phorate, f.c. al 4.5% (PHOR); phoxim f.c. al 10% (PHOX); terbufos, f.c. al 2% (TERB); EXPE = prodotto sperimentale 60166 B della ditta Rhône-Poulenc.

Il testimone non trattato è indicato con «TEST».

ANALISI DEI DATI

Per ciascuna caratteristica allo studio i dati sono stati elaborati effettuando l'analisi della varianza e il test di Duncan. Le medie riportate nelle tabelle differiscono significativamente tra loro al $P=0,01$ quando non presentano alcuna lettera minuscola in comune, differiscono al $P=0,05$ quando non presentano alcuna lettera maiuscola in comune.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Si riportano di seguito le informazioni essenziali sulle diverse prove eseguite ed i relativi risultati:

PROVA 1 (anno 1990) – Terreno sabbioso limoso

PREPARAZIONE VASETTI: 5/5/90 (4 ripetizioni)
 IMMISSIONE LARVE: 15/5/90; *A. ustulatus* 15-20 mm; n° 2/vasetto
 OSSERVAZIONE VASETTI: 29/5/90
 TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 9-12° C; max. 23-29° C
 PIOGGE: 5 mm il 18/5; 6 mm il 19/5; 15 mm il 21/5; 15 mm il 25/5

NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO

	Vive mobili		Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate
	% su test				
TEST	2,00 aA	100	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bB
CARS 12 LOC	2,00 aA	100	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bB
CARS 80 PCB	1,75 aA	87	0,00 aA	0,00 aA	0,25 bB
PHOR 18 LOC	0,50 bB	25	0,25 aA	0,00 aA	1,25 aA
TERB 10 LOC	0,25 bB	12	0,00 aA	0,50 aA	1,25 aA
TERB 80 PCB	0,00 bB	0	0,00 aA	0,25 aA	1,75 aA
PHOR 100 PCB	0,00 bB	0	0,25 aA	0,00 aA	1,75 aA
LIND 70 PCB	0,00 bB	0	0,00 aA	0,00 aA	2,00 aA

Il numero medio di larve vive mobili/vasetto è differito significativamente al $P=0,01$ tra la distribuzione localizzata (0,92) e quella a pieno campo (0,58) così come l'interazione tipo di distribuzione x tipo di geoinsetticida.

PROVA 2 (anno 1990) – Terreno sabbioso limoso

PREPARAZIONE VASETTI: 3/6/90 (4 ripetizioni)
 IMMISSIONE LARVE: 16/6/90; *A. ustulatus* 15-20 mm; n° 6/vasetto
 OSSERVAZIONE VASETTI: 23/6/90
 TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 9-16° C; max. 21-30° C
 PIOGGE: 14 mm il 4/6; 10 mm il 6/6; 3 mm il 7/6; 15 mm il 9/6;
 8 mm il 12/6; 16 mm il 15/6; 16 mm il 16/6

NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO

	Vive mobili		Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate	EROSIONI A SEME O PLANTULA PER VASETTO
	% su test					
TEST	4,75 aA	100	0,25 aA	0,25 aA	0,75 bC	0,75 aA
CARS 12 LOC	3,50 abAB	74	0,25 aA	0,25 aA	2,00 abB	0,25 aA
CARS 80 PCB	3,25 abB	68	0,25 aA	0,00 aA	2,50 aAB	0,50 aA
BENF 100 PCB	2,25 bB	47	0,25 aA	0,50 aA	3,00 aAB	0,50 aA
BENF 12 LOC	2,00 bB	42	0,00 aA	0,25 aA	3,75 aA	0,50 aA

Non vi sono differenze statisticamente significative ($P=0,05$) tra la distribuzione localizzata e quella a pieno campo.

PROVA 3a (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso

PREPARAZIONE VASETTI: 6/4/91 (4 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 13/4/91; *A. ustulatus* 15-20 mm; n° 3/vasetto in due blocchi;
n° 4/vasetto negli altri due blocchi

OSSERVAZIONE VASETTI: 17 e 19/4/91

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 6-13° C; max. 19-23° C

PIOGGE: 5 mm l'8/4

NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO

	Vive mobili % sul test		Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate
BEND 50 PCB	3,25 aA	118	0,00 aA	0,00 aA	0,25 aA
TEST	2,75 aAB	100	0,00 aA	0,00 aA	0,75 aA
BEND 12 LOC	2,25 abB	82	0,00 aA	0,25 aA	1,00 aA
CARS 12 LOC	2,00 abcB	73	0,25 aA	0,25 aA	1,00 aA
CARS 40 PCB	1,00 bcdC	36	0,25 aA	0,75 aA	1,50 aA
CLOR 7 LOC	0,75 cdC	27	0,50 aA	1,00 aA	1,25 aA
LIND 40 PCB	0,50 dC	18	0,75 aA	1,25 aA	1,00 aA
CLOR 80 PCB	0,00 dC	0	0,50 aA	1,50 aA	1,50 aA

Non vi sono differenze statisticamente significative ($P = 0,05$) tra la distribuzione localizzata e quella a pieno campo.

PROVA 3b (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso

PREPARAZIONE VASETTI: 6/3/91 (4 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 8/4/91; *A. ustulatus* 15-20 mm; n° 2/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 12 e 13/4/91

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 4-10° C; max. 14-18° C

PIOGGE: 11 mm il 9/3; 7 mm il 24/3; 3 mm il 26/3; 18 mm il 28/3; 5 mm il 5/4;
11 mm il 6/4; 5 mm l'8/4;

NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO

	Vive mobili % sul test		Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate
BEND 12 LOC	2,00 aA	114	0,00 bB	0,00 aA	0,00 aA
TEST	1,75 aAB	100	0,00 bB	0,00 aA	0,25 aA
CARS 12 LOC	1,75 aAB	100	0,00 bB	0,25 aA	0,00 aA
CARS 40 PCB	1,25 aAB	71	0,50 abAB	0,00 aA	0,25 aA
BEND 50 PCB	1,25 aAB	71	0,00 bB	0,00 aA	0,75 aA
CLOR 7 LOC	1,00 abB	57	0,75 abA	0,00 aA	0,25 aA
LIND 40 PCB	0,00 bC	0	1,00 aA	0,25 aA	0,75 aA
CLOR 80 PCB	0,00 bC	0	1,25 aA	0,25 aA	0,50 aA

Le differenze tra distribuzione localizzata e a pieno campo non sono significative ($P = 0,05$).

**PROVA 4a (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso (ma)
e sabbioso limoso (sl)**

PREPARAZIONE VASETTI: 28/5/91 (4 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 31/5/91; *Agriotus spp.* 15-20 mm; n° 3/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 14/06/91 (due blocchi); 21/6/91 (gli altri due blocchi)

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 8-15° C; max. 21-30° C

PIOGGE: 16 mm l'8/6; 25 mm l'11/6; 20 mm il 17/6; 20 mm il 18/6

TERRENO	NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO					EROSIONI A SEME O PLANTULA PER VASETTO
		Vive mobili % su test	Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate	
TEST	ma	2,50 aA 100	0,00 aA	0,00 bB	0,50 aB	0,50 aA
TEST	sl	2,50 aA 100	0,00 aA	0,00 bB	0,50 aB	0,75 aA
CARF 11 LOC	ma	1,50 abAB 60	0,25 aA	0,25 bB	1,00 aAB	0,00 aA
CARF 11 LOC	sl	1,25 abAB 50	0,00 aA	0,00 bB	1,75 aA	0,25 aA
EXPE 7 LOC	ma	0,75 abB 30	0,50 aA	0,50 abB	1,25 aAB	0,00 aA
CLOR 7 LOC	ma	0,50 bB 20	0,25 aA	1,00 abAB	1,25 aAB	0,25 aA
EXPE 7 LOC	sl	0,50 bB 20	0,00 aA	2,00 aA	0,50 aB	0,50 aA
CLOR 7 LOC	sl	0,25 bB 10	0,00 aA	0,75 abB	2,00 aA	0,25 aA

Le medie dei due tipi di terreno non differiscono in modo significativo ($P = 0,05$) tra loro.

**PROVA 4b (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso (ma)
e sabbioso limoso (sl)**

PREPARAZIONE VASETTI: 28/5/91 (4 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 29/6/91; *Agriotus spp.* 15-20 mm; n° 3/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 5/7/91

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 9-23° C; max. 19-32° C

PIOGGE: 16 mm l'8/6; 25 mm l'11/6; 20 mm il 17/6; 20 mm il 18/6

TERRENO	NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO					EROSIONI A SEME O PLANTULA PER VASETTO
		Vive mobili % su test	Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate	
TEST	ma	3,00 aA 100	0,00 bB	0,00 aA	0,00 aB	1,50 aA
CARF 11 LOC	sl	2,75 aA 92	0,00 bB	0,25 aA	0,00 aB	0,75 aA
CLOR 7 LOC	sl	2,75 aA 92	0,00 bB	0,00 aA	0,25 aB	0,75 aA
TEST	sl	2,50 aA 83	0,50 bB	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA
CARF 11 LOC	ma	2,50 aA 83	0,25 bB	0,00 aA	0,25 aB	0,75 aA
CLOR 7 LOC	ma	2,00 aA 67	0,50 bB	0,25 aA	0,25 aB	0,50 aA
EXPE 7 LOC	ma	0,25 bB 8	1,00 bB	0,50 aA	1,25 aA	0,00 aA
EXPE 7 LOC	sl	0,25 bB 8	2,25 aA	0,00 aA	0,50 aB	0,25 aA

Le medie dei due tipi di terreno non differiscono in modo significativo ($P = 0,05$) tra loro.

PROVA 5a (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso

PREPARAZIONE VASETTI: 28/6/91 (3 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 4/7/91; *Agriotes spp.* 15-20 mm; n° 3/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 11/7 (un blocco); 12/7 (due blocchi)

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 14-24°C; max. 26-35°C

PIOGGE: 14 mm il 10/7

	NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO				EROSIONI A SEME O PLANTULA PER VASETTO
	Vive mobili % su test	Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate	
TEST	2,67 aA	100	0,00 cD	0,33 aA	1,67 aA
MALA 60 PCB	1,33 abB	50	0,00 cD	0,67 aA	1,00 aA
CLOP 10 LOC	1,33 abB	50	0,00 cD	1,00 aA	0,33 aA
MALA 10 LOC	1,00 bBC	37	1,00 abcABCD	0,33 aA	0,67 aA
FONO 10 LOC	1,00 bBC	37	0,67 abcBCD	1,00 aA	0,33 aA
PHOX 10 LOC	0,67 bBC	25	0,33 bcCD	1,33 aA	0,67 aA
PHOR 10 LOC	0,33 bBC	12	2,00 aA	0,33 aA	0,33 aA
DIAZ 52 PCB	0,33 bBC	12	1,00 abcABCD	1,00 aA	0,67 aA
TERB 10 LOC	0,33 bBC	12	0,67 abcBCD	0,67 aA	1,33 aA
CLOP 8 LOC	0,00 bC	0	1,67 abAB	0,67 aA	0,67 aA
TERB 40 PCB	0,00 bC	0	1,33 abcABC	0,67 aA	1,00 aA
FONO 60 PCB	0,00 bC	0	1,33 abcABC	1,33 aA	0,33 aA
PHOR 55 PCB	0,00 bC	0	0,67 abcBCD	1,00 aA	1,33 aA
DIAZ 10 LOC	0,00 bC	0	0,67 abcBCD	1,00 aA	1,33 aA
PHOX 50 PCB	0,00 bC	0	0,33 bcCD	0,67 aA	2,00 aA
CLOP 33 PCB	0,00 bC	0	0,33 bcCD	1,00 aA	1,67 aA
CLOP 50 PCB	0,00 bC	0	0,00 cD	1,33 aA	1,67 aA

Non vi sono differenze statisticamente significative ($P = 0,05$) tra la distribuzione localizzata e quella a pieno campo.

PROVA 5b (anno 1991) – Terreno medio impasto argilloso

PREPARAZIONE VASETTI: 28/6/91 (3 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 1/8/91; *Agriotes spp.* 15-20 mm; n° 2/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 8/8/91

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 14-24°C; max. 26-35°C

PIOGGE: assenti (3 irrigazioni di ca. 10 mm/cad)

	NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO			
	Vive mobili % su test	Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate
TEST	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
MALA 10 LOC	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
CLOP 10 LOC	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
PHOX 10 LOC	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
PHOR 10 LOC	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
MALA 60 PCB	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
FONO 60 PCB	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
TERB 40 PCB	1,67 aA	100	0,00 aA	0,33 aA
DIAZ 10 LOC	1,33 aA	80	0,00 aA	0,00 aA
PHOX 50 PCB	1,00 aA	60	0,00 aA	0,67 aA
DIAZ 52 PCB	1,00 aA	60	0,00 aA	1,00 aA
FONO 10 LOC	0,67 aA	40	0,00 aA	0,33 aA
CLOP 33 PCB	0,67 aA	40	0,00 aA	0,67 aA
CLOP 8 LOC	0,67 aA	40	0,00 aA	0,67 aA
TERB 10 LOC	0,67 aA	40	0,00 aA	1,00 aA
CLOP 50 PCB	0,67 aA	40	0,00 aA	1,00 aA
PHOR 55 PCB	0,33 aA	20	0,00 aA	1,00 aA

Non vi sono differenze statisticamente significative tra le tesi allo studio.

PROVA 6 (anno 1991) — Terreno medio impasto argilloso

PREPARAZIONE VASETTI: 3/5/91 (4 ripetizioni)

IMMISSIONE LARVE: 25/5/91; *A. ustulatus* 20-23 mm; n° 3/vasetto

OSSERVAZIONE VASETTI: 31/5 (un blocco); 4/6 (gli altri blocchi)

TEMPERATURE DEL PERIODO: min. 5-14° C; max. 13-26° C

PIOGGE: 27 mm il 4/5; 15 mm il 6/5; 7 mm tra l'8 e il 10/5; 25 mm l'11/5; 15 mm il 16/5

	NUMERO MEDIO DI LARVE/VASETTO				EROSIONI A SEME O PLANTULA PER VASETTO	
	Vive mobili % su test	Vive poco mobili	Morte	Non ritrovate		
MALA 11 LOC	3,00 aA	109	0,00 bB	0,00 bB	0,00 aB	0,25 aA
MALA 82 PCA	3,00 aA	109	0,00 bB	0,00 bB	0,00 aB	0,25 aA
TEST	2,75 abA	100	0,00 bB	0,25 abB	0,00 aB	0,25 aA
BEND 82 PCB	2,75 abA	100	0,00 bB	0,00 bB	0,25 aAB	1,25 aA
MALA 82 PCB	2,75 abA	100	0,00 bB	0,25 abB	0,00 aB	0,50 aA
CARF 51 PCA	2,50 abAB	91	0,00 bB	0,25 abB	0,25 aAB	0,00 aA
CLOP 15 LOC	2,25 abABC	82	0,00 bB	0,25 abB	0,50 aAB	0,75 aA
CLOP 33 PCA	2,25 abABC	82	0,00 bB	0,25 abB	0,50 aAB	0,25 aA
CLOP 33 PCB	2,25 abABC	82	0,00 bB	0,75 abAB	0,00 aB	0,25 aA
CARF 11 LOC	2,00 abABCD	73	0,00 bB	0,00 bB	1,00 aAB	0,50 aA
CARF 51 PCB	1,25 abcBCDE	45	0,00 bB	0,25 abB	1,50 aA	0,25 aA
CLOR 7 LOC	1,00 bcCDE	36	0,00 bB	1,00 abAB	1,00 aAB	0,00 aA
CLOR 50 PCB	0,75 bcDE	27	0,25 bB	1,75 aA	0,25 aAB	0,00 aA
CLOR 50 PCA	0,25 cE	9	0,00 bB	1,75 aA	1,00 aAB	0,00 aA
LIND 82 PCA	0,00 cE	0	1,50 aA	1,50 abA	0,00 aB	0,25 aA
LIND 82 PCB	0,00 cE	0	0,25 bB	1,50 abA	1,25 aAB	0,00 aA

Il numero medio di larve vive mobili/vasetto è risultato non significativamente diverso ($P=0,05$) tra LOC (2,06), PCA (2,00) e PCB (1,75).

Le principali risultanze delle prove effettuate appaiono le seguenti:

a) Attività insetticida. I geodisinfestanti impiegati hanno evidenziato una azione insetticida sulle larve di elateridi assai diversa tra loro: praticamente nulla la mortalità provocata dal bendiocarb anche se posto in condizioni ideali (elevate dosi ed immissione delle larve subito dopo aver distribuito il prodotto), pure nei vasetti trattati con gli altri carbammati (benfuracarb, carbofuran, carbosulfan) il numero di ferretti ritrovati vivi è risultato, nella maggior parte dei casi, **non** significativamente diverso all'analisi statistica dal testimone e più elevato (anche significativamente) rispetto ai vasetti trattati con fosfororganici ad elevata tossicità acuta (chlormephos, phorate, terbufos), caratterizzati da una DL₅₀ per via orale nel ratto inferiore a 10 mg/kg (Muccinelli, 1990).

Un'efficacia pari a quest'ultimi hanno evidenziato diazinone e phoxim (prova 5a), pur avendo una tossicità acuta sensibilmente più bassa (DL₅₀ compresa tra i 300 e i 400 mg/kg per il primo, superiore ai 2000 mg/kg per il secondo); un'attività larvicida inferiore è stata riscontrata, invece, con malathion (DL₅₀ pari a 2800 mg/kg) e chlorpyrifos (163 mg/kg). Elevata è risultata la mortalità causata dal lindano e dal prodotto sperimentale.

b) Modalità di distribuzione. La distribuzione a pieno campo ha in generale ridotto maggiormente il numero di larve ritrovate vive, ma le differenze rispetto alla distribuzione localizzata sono apparse, perlopiù, contenute e statisticamente significative solo nella prova n° 1.

c) Protezione di semi e piantine. Nelle prove in cui vi è stato un attacco ai semi e/o piantine rilevabile (2, 4a, 4b, 5a e 6) le differenze, nel numero di erosioni, tra il testimone ed i vasetti trattati sono state contenute e statisticamente non significative in quanto:

- anche nei vasetti trattati con i geoinsetticidi che hanno determinato la più alta mortalità, parte dei ferretti è morta solo dopo aver danneggiato il seme e/o la pianta (larve morte rinvenute vicino alla parte erosa); ovviamente, poiché quest'ultime non potevano proseguire l'attacco, il beneficio apportato dal prodotto si sarebbe potuto valutare solo successivamente come riduzione dei danni ad altre piantine (osservando i vasi più tardivamente, tuttavia, sarebbe stata maggiormente difficoltosa l'individuazione delle larve morte e la valutazione del potere abbattente dei diversi insetticidi);

- la riduzione del numero di ferretti vivi è stata normalmente inferiore, talvolta ampiamente, al 100% cosicché in molti vasetti sono rimaste larve in grado di provocare danni. Considerando che in presenza di popolazioni sopra la soglia di tolleranza l'attacco è portato da 2-3 fino a 10-12 larve per pianta, per garantire un investimento soddisfacente è necessario che la mortalità determinata dagli insetticidi sia prossima al 100%.

d) Persistenza. La riduzione di efficacia con il passare del tempo è apparsa influenzata particolarmente dalle condizioni climatiche e dal tipo di prodotto; la diminuzione della mortalità indotta dai geodisinfestanti a 25-30 giorni dalla distribuzione è apparsa più accentuata nei cicli effettuati nel periodo più avanzato ove maggiori erano le temperature massime e minime (prove 4a, 4b, 5a, 5b e 6) e talora tale da annullarsi anche per prodotti che in condizioni ideali avevano fornito i migliori risultati, ad eccezione del lindano e del prodotto sperimentale 60166 B. Poiché nelle prove effettuate nulle o trascurabili sono state le perdite di principio attivo per dilavamento, è ipotizzabile un'ancor più drastica riduzione di efficacia nelle condizioni di pieno campo in presenza di elevata piovosità.

Le indicazioni emerse dalle sperimentazioni descritte sono state confermate pienamente in altri cicli di prove non riportati per mancanza di spazio.

CONCLUSIONI

Le prove effettuate indicano quali cause principali degli insufficienti risultati contro le larve di elateridi forniti dagli interventi di geodisinfestazione:

- attività particolarmente ridotta se non del tutto assente di alcuni geoinsetticidi anche se posti in condizioni ideali;

- mortalità delle larve frequentemente inferiore al 100% anche con i prodotti più efficaci;

- potere abbattente non sempre sufficientemente elevato;
- limitata persistenza della gran parte dei prodotti cosicché, a seconda delle condizioni climatiche, si può avere nell'arco di trenta giorni una netta riduzione o anche l'annullamento dell'azione larvicida.

BIBLIOGRAFIA

- BONGIOVANNI G. C. (1975). Considerazioni sull'impiego di alcuni geoinsetticidi sistemici in bieticoltura nel 1975. Atti Giornate Fitopatologiche, 1975, 329-334.
- FURLAN L., GIROLAMI V. (1985). Lotta guidata agli Elateridi (Ferretti) su mais. L'Informatore Agrario, 16, 75-79.
- FURLAN L. (1989). Analisi delle possibilità di riduzione dell'impiego di geodisinfestanti nella coltura del mais nel Veneto. L'Informatore Agrario, 17, 107-115.
- FURLAN L. (1990). Analisi della possibilità di riduzione dell'impiego dei geodisinfestanti nella bietola da zucchero. L'Informatore Agrario, 5, 73-80.
- MUCCINELLI M. (1990). Prontuario dei fitofarmaci, VI edizione. Edizioni Agricole, Bologna.
- PAOLETTI M. G., GIROLAMI V., JOB M., ZECCHIN F., BIONDANI G. (1981). I geodisinfestanti e la pedofauna nella coltura del mais. Atti Convegno "La difesa dei cereali", Pr. Fin. C.N.R., Ancona, 10-11 dic. 1981, 153-161.
- PAOLETTI M. G. (1983). Fauna del suolo e geodisinfestanti nella coltura del mais. Terra e Vita, 13, 59-66.
- SÜSS L. (1981). Considerazioni sull'impiego di formulazioni granulari contro gli elateridi infestanti il mais. Atti conv. "La difesa dei cereali", Pr. Fin. C.N.R., Ancona, 10-11 dic. 1981, 145-151

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano vivamente i signori Foresto Toffanin e Luigi Greggio, per la collaborazione nell'esecuzione delle prove, il dr. Umberto Tiozzo, per l'aiuto nell'elaborazione dei dati, e il prof. Sergio Zangheri per la revisione critica del lavoro.