

## RISULTATI DI PROVE SPERIMENTALI CONDOTTE CON UN INSETTICIDA A BASE DI SOSTANZE VEGETALI PER IL CONTROLLO DI AFIDI E COCCINIGLIE

S. CONVERTINI<sup>1</sup>, L. BACCI<sup>2</sup>, G. MAFFIOLI<sup>3</sup>, M. CIOFFI<sup>1</sup>  
G.E. MASSIMINO COCUZZA<sup>4</sup>, A. LA PERGOLA<sup>4</sup>, P. SUMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Reagri S.r.l. - Via Chiatona, 5, 74016 Massafra (TA),

<sup>2</sup>Dow AgroSciences Italia S.r.l. - Viale Masini, 36, 40126 (Bologna),

<sup>3</sup>Alpha BioPesticides Ltd - St John's Innovation Centre, Cowley Road, Cambridge, CB4 0WS, UK

<sup>4</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, via S. Sofia  
100, 95123 Catania  
bacci@dow.com

### RIASSUNTO

Flipper<sup>®</sup> è un insetticida-acaricida a base di sali potassici di acidi carbossilici insaturi di origine vegetale, autorizzato in agricoltura biologica su varie colture orticole e fruttifere e attivo contro diversi fitomizi (afidi, aleurodidi, cicaline e psillidi) e acari. Tra il 2010 ed il 2017 sono state condotte prove in laboratorio e in campo, mirate alla valutazione dell'efficacia del prodotto sulle seguenti specie: *Planococcus citri*, *Aphis gossypii*, *Aphis punicae*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae* e *Dysaphis plantaginea*. Dai test condotti in laboratorio è stata accertata un'elevata efficacia del prodotto nei confronti di adulti e neanidi di *A. gossypii* ed *A. punicae*, confermata in campo. Nei confronti di *P. citri* i risultati ottenuti dimostrano una buona efficacia di contenimento delle forme giovanili, principalmente quando vengono intercettate dal formulato durante la loro fase di dispersione attiva. I dati ottenuti e le osservazioni effettuate forniscono importanti informazioni da tenere in debita considerazione per la definizione della più opportuna strategia d'impiego del prodotto in agricoltura biologica e integrata.

**Parole chiave:** Rincoti, IPM, acidi grassi, controllo biologico, Flipper

### SUMMARY

#### EXPERIMENTAL TRIALS TO CONTROL APHIDS AND MEALYBUGS WITH AN INSECTICIDE BASED ON BOTANICAL SUBSTANCES

Flipper<sup>®</sup> is an insecticide-acaricide based on potassium salts of unsaturated carboxylic acids of botanical origin, authorized for organic agriculture on several vegetable and fruit crops and active against a broad spectrum of sap-sucking insects (aphids, whiteflies, leafhoppers and psyllids) and mites. From 2010 to 2017, laboratory and field trials were carried out to evaluate the product efficacy against the following species: *Planococcus citri*, *Aphis gossypii*, *Aphis punicae*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae* and *Dysaphis plantaginea*. Laboratory tests showed a high efficacy level of the product on adults and neanids of *A. gossypii* and *A. punicae*, which was confirmed by field tests. As for *P. citri*, the results demonstrated good efficacy in reducing juvenile stages, mainly during their active spread. The data obtained provide valuable information to be carefully considered in the definition of the best product application strategy in organic and integrated crop systems.

**Keywords:** IPM, biological control, Flipper

### INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, la gestione della difesa, ha assunto un ruolo chiave nel determinare il successo delle colture e richiede livelli di professionalità sempre più elevati, per rispondere alla necessità di strategie mirate alla salubrità degli alimenti e all'utilizzo più oculato e selettivo dei fitofarmaci. In questo ambito, molecole di origine naturale, con una residualità bassa, sicure per l'operatore e con tempi di rientro brevi, sono sempre più richieste.

La presenza sul mercato di prodotti come Flipper<sup>®</sup>, formulato insetticida costituito da semplici sali potassici di acidi grassi (C14-C20), con meccanismi d'azione differenti e con bassa attività residuale, è sicuramente interessante sia ai fini di limitare eventuali fenomeni di resistenza, sia per il possibile utilizzo in agricoltura biologica, in cui la disponibilità di fitofarmaci registrati ed efficaci è assai limitata.

La sostanza attiva di Flipper è composta da acidi carbossilici di origine naturale, in larga parte insaturi (doppi o tripli legami), a catena di 14-20 atomi di carbonio, selezionati specificamente per la loro attività insetticida-acaricida. Per facilitare la miscibilità in acqua gli acidi carbossilici si presentano in forma di sale potassico. Gli acidi carbossilici sono ottenuti interamente da materia prima vegetale (sottoprodotto dell'olio extra-vergine di oliva di origine mediterranea) ed esclusivamente attraverso un processo industriale controllato, senza aggiunta di agenti chimici.

Flipper agisce esclusivamente per contatto. La sostanza attiva penetra attraverso gli strati esterni dei fitofagi, degradando gli strati cerosi e la matrice lipoproteica della cuticola. Gli acidi grassi, in particolare quelli insaturi, una volta a contatto con l'insetto degradano la membrana citoplasmatica, compromettendo la funzionalità cellulare, causando in breve tempo la morte del parassita- Questo risultato avviene mediante meccanismi multipli (in fase di studio) che rendono altamente improbabile l'insorgenza di resistenze. L'attività insetticida è rivolta ad un ampio spettro di insetti e acari, agendo su tutti gli stadi di sviluppo degli organismi.

La sostanza attiva di Flipper, nell'ambito del processo di autorizzazione, è stata confermata dall'ente valutatore come "Food Grade Quality" quindi esente da LMR secondo la valutazione EFSA degli acidi grassi (EFSA, 2013). L'esposizione al prodotto comporta un basso rischio per l'operatore ed è facilmente gestibile con le precauzioni standard. Il profilo ambientale del prodotto è favorevole, dal momento che gli acidi grassi sono rapidamente degradati in suolo, acqua e sedimenti ad opera dei micro-organismi (DT<sub>50</sub> inferiore a 3 gg). Flipper è autorizzato per l'uso in agricoltura biologica ed è adatto a programmi di difesa integrata delle colture, anche in combinazione con i lanci di insetti o acari utili, nei confronti dei quali ha dimostrato un buon grado di selettività (Kolokytha e Sterk, 2017). Merito di una tossicità molto bassa, ha un impatto minimo nei confronti dei pronubi (es. *Apis mellifera* o *Bombus terrestris*) ed anche al suo basso intervallo di carenza che è solo di tre giorni nella registrazione italiana mentre è di un giorno nei Paesi Bassi.

Nel corso degli anni sono stati eseguiti diversi saggi di laboratorio e di campo, volti a valutare il livello di efficacia di Flipper nei confronti di alcune tra le principali specie di fitomizi appartenenti alle superfamiglie degli Aphidoidea, Coccidoidea e Aleyrodoidea.

Per i saggi di laboratorio, le specie allevate ed utilizzate sono state le seguenti: *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera, Pseudococcidae), "cocciniglia cotonosa degli agrumi", specie polifaga, cosmopolita, diffusa su coltivazioni in pieno campo e in serra (Cravedi et al., 2008).

I danni riconducibili a *P. citri* sono la sottrazione di linfa, ingiallimento e disseccamento delle parti infestate, produzione di melata e conseguente sviluppo di "fumaggini".

*Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae) o afide delle cucurbitacee e delle malvacee, è specie polifaga ed è considerato uno degli insetti più dannosi per le colture agrarie sia per i danni diretti (sottrazione di linfa e produzione di melata sulla quale sviluppa la fumaggine) che indiretti (trasmissione di oltre 50 tipi di virus) (Blackman e Eastop, 2017). *Aphis punicae* Passerini, è una specie strettamente legata al melograno (*Punica granatum*). Su melograno, la specie si trova spesso insieme a *A. gossypii*, con il quale mostra, oltre ad un'evidente affinità genetica, anche una marcata similarità morfologica. Le due specie, in campo, raggiungono la massima densità numerica durante la fioritura (aprile-inizio maggio) infestando germogli, fiori e frutticini della pianta ospite. A fine estate sono frequenti le reinfestazioni con la

concentrazione delle colonie soprattutto sui frutti e sulle foglie (Massimino Cocuzza et al., 2017).

## MATERIALI E METODI

### Saggi di laboratorio.

Al fine di valutare l'efficacia di Flipper, per ciascuna delle specie interessate (*P. citri*, *A. gossypii*, *A. punicae*), sono stati allestiti gli opportuni allevamenti presso i laboratori del Di3A dell'Università degli studi di Catania. Di seguito si distinguono i diversi protocolli di allevamento e trattamento adottati nel presente studio.

#### Prove su *Planococcus citri*

L'allevamento dello pseudococcide è stato costituito e mantenuto su germogli ezioati di patata (var. Spunta). Dopo aver selezionato i germogli con una popolazione del fitomizo costituita essenzialmente da stadi giovanili (neanidi) e femmine giovani, sono stati individuati 2 germogli per tesi (trattato e testimone), su ciascuno dei quali venivano individuate 3 aree a rappresentare le repliche (figura 1 e 2) con popolazione omogenea e comparabile, costituita in media da 25 stadi neanidali e 25 femmine giovani per un totale medio di 300 esemplari per tesi.

Il formulato commerciale veniva quindi impiegato alla concentrazione massima riportata in etichetta (2%, pari a 20 mL/L), immergendo nella soluzione così costituita, ciascuno dei germogli previamente selezionati.

Le osservazioni di efficacia, sono state eseguite con l'ausilio di uno stereomicroscopio da dissezione (Leika EZ4D), secondo i seguenti intervalli temporali successivi all'immersione: 1 minuto, 10 minuti, 30 minuti, 1 ora, 2 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore e a 7 giorni. Le principali modificazioni bio-morfologiche manifestate dagli individui sottoposti a trattamento, venivano via via annotate e fotografate per una successiva analisi di confronto con le colonie del testimone non trattato. La percentuale di efficacia del trattamento è stata determinata utilizzando la formula di Henderson e Tilton (Henderson e Tilton, 1955):

$$\text{Efficacia (\%)} = \left(1 - \frac{n \text{ in Test pre trattamento} \times n \text{ in Tratt post trattamento}}{n \text{ in Test post trattamento} \times n \text{ in Tratt pre trattamento}}\right) \times 100.$$

Figura 1. Germoglio selezionato per la prova      Figura 2. Particolare della colonia di *P. citri*.



### Saggi in piena aria con condizioni controllate

#### Prove su *Aphis gossypii* e *Aphis punicae*

Cinquanta germogli di, dislocati in tutte le parti di una pianta adulta di *Punica granatum*, presente nell'area a verde del Di3A, è stata selezionata per la realizzazione delle prove, in virtù della contemporanea presenza di infestazioni da *A. gossypii* e *A. punicae*. L'identificazione

attraverso l'analisi DNA barcoding (Massimino Cocuzza et al., 2015) a campione ha permesso di verificare che le colonie erano frammiste con una netta prevalenza della prima specie.

Cinquanta germogli con infestazioni rappresentative, sono stati marcati e numerati e, sui medesimi, Flipper è stato applicato con una singola applicazione a 10 mL/L di soluzione irrorata, utilizzando uno spruzzatore a pressione (DEA 2000, Volpi).

Le osservazioni sono state eseguite prelevando dieci germogli ad intervalli di 6 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore e 7 giorni dall'intervento aficida. La mortalità (% efficacia) è stata valutata attraverso la conta diretta ed il confronto con il testimone non trattato, degli afidi vivi e morti presenti sul germoglio con successiva elaborazione statistica mediante test t-Student.

Le modalità d'azione e l'evoluzione dell'effetto dell'insetticida è stata valutata attraverso osservazioni dirette e fotografie scattate immediatamente alla scadenza del periodo prestabilito.

La persistenza è stata osservata, valutando il periodo intercorrente tra il trattamento e una nuova eventuale reinfestazione dei germogli. L'effetto dell'insetticida sull'entomofauna utile spontanea (presente sui germogli al momento del trattamento), è stato valutato rilevando il tempo che intercorreva tra il trattamento e il ritorno sui germogli di predatori o parassitoidi.

Inoltre, è stato valutato l'effetto del trattamento sugli Imenotteri del genere *Lysiphlebus*. A 24 ore dal trattamento, sono stati prelevati 30 afidi parassitizzati (mummie) da germogli trattati con Flipper (10 mL/L) e isolati in contenitori arieggiati ponendo l'estremità posteriore su cotone imbibito d'acqua al fine di provvedere al sostegno idrico del germoglio stesso. Nei successivi 4-7 giorni è stata verificata la percentuale di sfarfallamento.

## Saggi di pieno campo

### Prove su afidi

Tra il 2015 e il 2017 sono state condotte diverse prove sperimentali in pieno campo, al fine di valutare Flipper in merito a efficacia e selettività nei confronti della coltura, da solo o in strategia nei confronti di *A. gossypii*, *M. persicae*, *A. spiraecola*, *D. plantaginea*. Le prove, sono state eseguite su diverse colture, secondo uno schema a blocchi randomizzati con 4 repliche, in accordo con i principi delle Buone Pratiche Agricole (GEP) come definito nella direttiva 91/414/EEC e secondo le linee guida EPP0 PP 1/74(2), 1/258(1), 1/135(4), 1/152(4), 1/181(4), 1/225(2) e 1/239(2) (EPP0; 2017).

Tutte le prove considerate, elencate in tabella 1, sono state realizzate seguendo la stessa metodologia, sintetizzata in tabella 2.

Tabella 1. Prove sperimentali su afidi 2015-2017

Prova	Anno	Regione	Coltura	Varietà	Specie controllata
1	2015	Puglia	Clementino	Comune	<i>Aphis spirecola</i>
2	2015	Basilicata	Clementino	Comune	<i>Aphis spirecola</i>
3	2015	Emilia Romagna	Melo	Pink lady	<i>Dysaphis plantaginea</i>
4	2015	Trentino A.A.	Melo	Fuji-kiku	<i>Dysaphis plantaginea</i>
5	2017	Basilicata	Nettarina	Sweet fire	<i>Mizus persicae</i>
6	2016	Puglia	Zucchino	Roberta	<i>Aphis gossypii</i>
7	2015	Veneto	Melone	Sogno	<i>Aphis gossypii</i>
8	2016	Puglia	Melone	Galia	<i>Aphis gossypii</i>
9	2016	Basilicata	Melone	Cantalupo	<i>Aphis gossypii</i>
10	2015	Puglia	Melone	Tender	<i>Aphis gossypii</i>
11	2015	Lazio	Zucchino	Opera	<i>Aphis gossypii</i>
12	2016	Puglia	Melone	Barattiere	<i>Aphis gossypii</i>
13	2016	Puglia	Zucchino	Diamante	<i>Aphis gossypii</i>

Tabella 2. Dettagli dei protocolli applicativi delle prove su afidi

Codice prova	N° tesi	Codice appl.	Formulato	Dose	Epoca applicativa
1	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2	A	Confidor	750 ml/ha	alla presenza
	3	A	Movento	3 L/ha	alla presenza
2	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2	A	Confidor	750 ml/ha	alla presenza
	3		Non trattato		
3	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
	2		Non trattato		
4	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
5	1	A	Flipper	1% v/v	fine fiopritura
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2	A	Confidor	750 ml/ha	fine fiopritura
6	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
7	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
8	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
9	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
10	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
11	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
12	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		
13	1	A	Flipper	1% v/v	alla presenza
		B	Flipper	1% v/v	7 giorni da A
	2		Non trattato		

Flipper è stato impiegato alla concentrazione del 1% v/v (1 L/hL) con una o più spesso due applicazioni distanziate tra loro di 4 o 7 giorni.

Per le applicazioni è stata utilizzata una irroratrice ad aria compressa montante ugelli ad induzione d'aria previa calibrazione per applicare il volume/ha desiderato in funzione del protocollo sperimentale.

Ad ogni rilievo è stato valutato il numero di frutti/foglie infestati (incidenza) e/o il numero di insetti su 100 frutti/steli/foglie (intensità), con differenti tempi dall'applicazione. Le prove sono state avviate in presenza di infestazioni iniziali delle diverse specie afidiche uniformi per densità numerica e distribuzione tra le tesi in esame. I dati raccolti, sono stati analizzati usando il test di Tukey ( $p \leq 0,05$ ). L'efficacia è stata riportata in termini percentuali rispetto al testimone non trattato secondo la formula di Abbott (Abbott, 1925).

Nei confronti di *A. gossypii*, sono state realizzate molteplici prove confrontabili per protocollo di applicazione, ma con differenti intensità di popolazione al momento della prima applicazione. L'analisi aggregata di tali prove è stata realizzata per individuare una soglia di intervento oltre la quale l'utilizzo del prodotto potrebbe risultare poco vantaggioso.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Saggi di laboratorio

#### Prove su *Planococcus citri*

Le prove eseguite con Flipper hanno evidenziato un'efficacia elevata esclusivamente nei confronti degli stadi giovanili di *P. citri*, in particolare nei confronti degli individui maggiormente esposti al contatto diretto con il prodotto, come le neanidi in fase di dispersione attiva (tabella 3).

Tabella 3. Numero di esemplari (neanidi e femmine giovani) di *P. citri* rimasti vivi dopo il trattamento con Flipper e relative percentuali di mortalità

Tesi		Flipper 2%				Non trattato			
Stadi rilevati		N1/N3		♀♀ giovani		N1/N3		♀♀ giovani	
		N° individui	% mortalità	N° individui	% controllo	N° individui	% controllo	N° individui	% controllo
Epoche di rilievo	0 min	151	0	157	0	148	0	148	0
	1 min	151	0	157	0	148	0	148	0
	10 min	137	9,27	157	0	148	0	148	0
	30 min	103	31,8	132	15,9	132	10,8	146	1,35
	1 ora	33	78,6	129	17,8	130	12,1	145	2,03
	2 ora	19	87,4	124	21	127	14,2	143	3,4
	6 ora	17	88,7	117	25,5	123	17,2	143	3,4
	12 ora	15	90,1	114	27,4	121	18,5	143	3,4
	24 ora	14	90,7	114	27,4	121	18,5	140	5,4
	48 ora	14	90,7	114	27,4	121	18,5	136	8,1
7 giorni	12	92,1	112	28,7	119	19,4	135	8,8	

Il formulato, impiegato alla dose di 20 mL/L ha mostrato un elevato potere abbattente ed una rapidità di azione interessante. Percentuale di mortalità significative (70-80%) sono state registrate già dopo un'ora dal trattamento (tabella 4).

Tabella 4. Efficacia (%) di Flipper alla dose di 2 L/hL nei confronti di neanidi N1/N3 (N) e di femmine giovani (♀) di *P. citri* a diversi step temporali e corretta con la formula di H e T

% EFFICACIA (media delle sei repliche, corretta con H e T)																	
10 min.		30 min.		1 ore		2 ore		6 ore		12 ore		24 ore		48 ore		7 giorni	
N	♀	N	♀	N	♀	N	♀	N	♀	N	♀	N	♀	N	♀	N	♀
9,1	0	32,4	0,2	77,3	16,8	86,9	18,7	88,0	23,4	89,6	25,6	90,0	24,6	89,7	24,6	90,8	24,6

Inoltre, è stato possibile osservare che, gli stadi biologici della cocciniglia che al momento del trattamento si trovano “protetti” dalle stratificazioni della colonia, risentono in modo significativamente più ridotto dell’effetto del trattamento, e dopo un breve periodo di torpore riescono a riprendere il normale decorso dell’attività metabolica con il completamento delle mute successive. Pertanto, ciò comporta una rapida reinfestazione del germoglio già a partire dal terzo giorno post trattamento.

Questi risultati, seppur preliminari, suggeriscono di programmare due trattamenti a distanza di 72 ore in corrispondenza dei periodi di maggiore dispersione delle neanidi, che sembrano essere i principali stadi suscettibili al prodotto testato.

Le femmine mature infatti, subito dopo il trattamento, manifestano una breve interruzione dell’attività locomotoria associata alla perdita del loro rivestimento ceroso che però viene ristabilita nell’arco delle successive 48 ore di tempo a distanza dal trattamento. In media, il 74% delle femmine giovani osservate nel corso delle prove effettuate hanno regolarmente completato il ciclo di sviluppo a testimonianza dei numerosi ovisacchi osservati allo scadere delle osservazioni effettuate.

### Saggi in piena aria con condizioni controllate

#### Prove su *Aphis gossypii* e *Aphis punicae*

Nelle 24 ore successive al trattamento è stato osservato un forte e rapido potere abbattente sulla popolazione di *A. gossypii* e *A. punicae*. Già dopo un’ora, il 95-98% degli afidi apparivano inattivi o scarsamente attivi. Solo il 3,3% della popolazione sottoposta a trattamento è sopravvissuta (tabella 5) molto probabilmente grazie alla protezione fornita da alcune foglie che ha permesso a qualche afide di sopravvivere.

Tabella 5. Numero di individui di *Aphis gossypii* vivi e morti ( $n \pm ES$ ) e percentuale di afidi vivi dopo il trattamento con Flipper

Tempo	Morti	Errore Standard	Vivi	Errore Standard	% vivi
6 ore	839	$\pm 12,9$ a	28	$\pm 2,8$ a	3,3
24 ore	724	$\pm 20,8$ a	35	$\pm 1,3$ a	4,8
48 ore	751	$\pm 12,2$ a	60	$\pm 1,3$ ab	7,9
72 ore	771	$\pm 11,9$ a	93	$\pm 2,2$ b	12,1
7 giorni	861	$\pm 12,1$ a	278	$\pm 4,5$ c	34,1

Si annota la presenza di qualche neanide N1-N2 attiva (4,8%) che è sopravvissuta al trattamento ovvero è stata partorita dalla madre morente nelle ore successive al trattamento, senza subire quindi l’azione diretta della molecola insetticida.

Dopo 48 ore dal trattamento, sui germogli con maggiore presenza al momento dell’applicazione, le poche neanidi sopravvissute hanno continuato a svilupparsi ed insieme ad altri afidi, provenienti dai germogli circostanti non trattati, hanno incrementato numericamente le colonie. Questa ricolonizzazione indica una bassa attività residuale dell’insetticida e una riduzione dell’effetto del trattamento dopo le 24 ore. Dopo 72 ore dal trattamento, lo sviluppo delle nuove colonie continua ed il trattamento non ha manifestato alcuna azione fitotossica sulla pianta. A 7 giorni dal trattamento le nuove colonie sono aumentate numericamente e hanno colonizzato l’intero asse del germoglio.

Con riferimento all’effetto della molecola sugli antagonisti, è interessante aver registrato lo sfarfallamento di circa il 90% degli imenotteri dalle mummie isolate. Quest’osservazione indica che il trattamento non ha effetti negativi sui parassitoidi imenotteri (*Lysiphlebus* spp.), probabilmente a causa della protezione offerta alle larve dalla cuticola dell’afide mummificato (D). Inoltre, sui germogli, già dopo 24-48 ore dal trattamento sono state osservate alcune larve

di Coleotteri Scymnini, Ditteri Sirfidi e Ditteri Cecidomidi (*Aphidoletes aphidimyza*) che si erano portate sulle colonie trattate alla ricerca di eventuali afidi da predare.

## Saggi di pieno campo

### Prove su afidi

I risultati delle prove su afidi (tabella 6) indicano complessivamente una buona efficacia.

Tabella 6. Risultati delle prove in pieno campo: N. afidi e % di controllo

6 a: <i>Aphis spiraecola</i> su clementino								
Prova	Epoca appl.	Formulato	N°afidi/ 10 germogli	1 gg, da A	3 gg, da A	3 gg, da B	7 gg, da B	14 gg, da B
1	A	Flipper	778,3 a	55,3 a	63,7 ab	67 b	52,1 b	51,2 b
	B	Flipper						
	A	Confidor	926,7 a	66,7 a	84,8 ab	99,4 a	99,4 a	93,3 a
	A	Movento	898,7 a	51 a	34,5 bc	99,6 a	99,4 a	99,4 a
		Non trattato	1325 a	0 b	0 c	0 c	0 c	0 c
Prova	Epoca appl.	Formulato	N°afidi/ 10 germogli	1 gg, da A	3 gg, da A	3 gg, da B	7 gg, da B	14 gg, da B
2	A	Flipper	39 a	-	50,3 b	69,7 a	52,5 b	-
	B	Flipper						
	A	Confidor	36,3 a	-	75 a	83,1 a	82,7 a	-
		Non trattato	29 a	-	0 c	0 b	0 c	-
6 b: <i>Dysaphis plantaginea</i> su melo								
Prova	Epoca appl.	Formulato	N°afidi/ 10 germogli	1 gg, da A	3 gg, da A	7 gg, da A	7 gg, da B	14 gg, da B
3	A	Flipper	-	-	50,3 a	69,7 a	-	-
		Non trattato	-	-	0 b	0 b	-	-
4	A	Flipper	69,3 a		25,5 a	61,7 a	83,0 a	86,7 a
		Non trattato	83,8 a		b	b	b	b
6 c: <i>Myzus persicae</i> su nettarina cv Sweet fire								
Prova	Epoca appl.	Formulato	N°afidi/ 10 germogli	1 gg, da A	3 gg, da A	7 gg, da A	7 gg, da B	14 gg, da B
5	A	Flipper	1087,5 a	59,5 a	-	71,6 a	71,5 a	79,4 a
	B	Flipper						
	A	Confidor	1229 a	58,5 a	-	71 a	25 ab	18 b
		Non trattato	954 a	0 b	-	0 b	0 b	0 b
6 d: <i>Aphis gossypii</i> su Cucurbitaceae								
Prove	Epoca appl.	Formulato	N°afidi/ foglia	1 gg, da A	3 gg, da A	1 gg, da B	7 gg, da B	14 gg, da B
6	A B	Flipper Flipper	5	70,4	70,7	90,3	-	-
7			10	70,7	98,1	51	84,3	94,3
8			25	83,8	68,3	86,4	-	-
9			40	84,7	92,7	84,9	81,2	82,4
10			75	26,5	62,4	97,1	94,4	94,4
11			150	48,5	27,2	-	-	-
12			200	36,3	30,2	62	25,7	23,5
13			300	30,9	36	67,5	-	-

Ad un giorno dal trattamento il controllo oscilla dal 50% all' 84% ed è inversamente proporzionale all'infestazione iniziale. Quando l'applicazione avviene con un'elevata presenza di afidi, le colonie sono disposte in modo stratificato e gli afidi colpiti, nelle zone più esposte della colonia, proteggono i sottostanti individui dal contatto con il prodotto. Parallelamente, si

rileva che a popolazioni iniziali più numerose corrispondono tempi inferiori di reinfestazione della coltura, con decrescita dell'efficacia verso il settimo giorno dall'applicazione. Dall'analisi dei dati aggregati su *A. gossypii* (tabella 6 d) si evince che con colonie inferiori a 40 individui/foglia i livelli di efficacia sono soddisfacenti, talvolta superiori al 90 %, fino a 7 giorni dall'applicazione.

## CONCLUSIONI

Le prove eseguite con Flipper hanno evidenziato l'elevata efficacia del formulato soprattutto nel controllo degli stadi giovanili di *P. citri*. Anche nel controllo degli afidi, le prove in condizioni controllate su *A. gossypii* e *A. punicae* indicano che subito dopo l'applicazione si raggiungono livelli di efficacia molto elevati con buona selettività verso predatori e parassitoidi. L'assenza di effetto residuale permette alle colonie di ricostituirsi in assenza di una seconda applicazione, soprattutto quando la colonia è abbondante e stratificata sul germoglio.

Le prove in pieno campo hanno confermato risultati interessanti su afidi sia in stadio giovanile che adulto, con oscillazioni in funzione del livello di infestazione e della corrispondente difficoltà di contatto con la maggior parte della popolazione dell'insetto bersaglio. Ciò è probabilmente riconducibile alla sovrapposizione di più individui che proteggono i sottostanti, alla forma e densità della copertura vegetale e all'arricciamento delle foglie determinato in maniera spiccata da alcune specie, come *D. plantaginea* su melo e *A. spiraeicola* su clementino. Quest'ultimo punto sicuramente suggerisce di porre particolare attenzione alla tempestività dell'intervento, attuandolo prima che si realizzi la distorsione fogliare indotta dall'afide e alle modalità di irrorazione che devono garantire la perfetta bagnatura dei parassiti, anche quando la vegetazione ha elevata densità.

L'azione insetticida si conclude in un tempo relativamente breve (48-72 ore), dopo il quale le colonie, seppur lentamente, si ricostituiscono e i germogli vengono reinfestati tornando all'entità numerica del pre-trattamento dopo 7-12 giorni. Le reinfestazioni si sono verificate principalmente quando le colonie iniziali erano più abbondanti numericamente, mentre non si sono verificate con colonie iniziali relativamente poco numerose (20-40 afidi su 10 cm di germoglio/foglia),

Con livelli iniziali d'infestazione considerevoli, la popolazione, benché ridotta drasticamente in termini percentuali (> 95%) per effetto del trattamento, dispone di un numero di individui rimasti vitali, sufficienti a ricolonizzare la pianta ospite. Di contro, l'intervento su popolazioni contenute e/o la ripetizione dell'applicazione potrebbero risultare decisivi nel controllo delle popolazioni. Per un controllo ottimale, è raccomandabile che la prima applicazione sia collocata nelle prime fasi d'infestazione, anche anticipandola rispetto agli insetticidi convenzionali.

In considerazione del fatto che Flipper agisce esclusivamente per contatto, l'efficacia è strettamente legata all'ottimale distribuzione del prodotto: utilizzare volumi d'acqua adeguati allo stadio, alla forma di allevamento della coltura ed alla localizzazione e distribuzione del bersaglio da controllare sui diversi organi vegetativi della pianta infestata è l'aspetto critico affinché la soluzione di Flipper raggiunga e bagni direttamente il fitofago target.

Ulteriori saggi si rendono necessari al fine di valutare l'epoca e le modalità di applicazione più opportune per garantire una buona efficacia insetticida, mantenendo al contempo osservata la selettività per le colture. I risultati raccolti permettono di confermare che Flipper è un insetticida con livelli di efficacia elevati quando applicato nelle condizioni adeguate. L'attività insetticida su molteplici target e su diversi stadi, la selettività per l'entomofauna utile, insieme al favorevole profilo eco-tossicologico e residuale configurano Flipper come un valido strumento da inserire ulteriormente nei programmi di difesa biologica ed integrata delle colture frutticole e orticole.

® Flipper è marchio registrato di Alpha BioPesticides Ltd.

## Ringraziamenti

Si ringraziano i Centri di saggio Agri2000, ReAgri, i ricercatori della sezione Entomologia presso il Di3A dell'Università di Catania e le aziende agricole ospiti delle prove in campo.

## LAVORI CITATI

- Abbott W. S. (1925), A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal Economic Entomology*, 18, 265-267.
- ARM, Gylling Data Management, <https://www.gdmdata.com/>
- Blackman R. L., Eastop V., 2017, Taxonomic issues, In: H. F. van Emden & R. Harrington (eds.), *Aphids as Crop Pests*, 2nd edition, CAB International, 1-36.
- Cravedi P., Mazzoni E., Pasqualini E., Pellizzari G., Rapisarda C., Russo A., Suma P., Tranfaglia A., 2008, Psille, cocciniglie e aleirodidi, *L'Informatore Agrario*, 184 pp.
- EFSA, 2013, European Food Safety Authority; Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Fatty acids C7 to C18 (approved under Regulation (EC) No 1107/2009 as Fatty acids C7 to C20), *EFSA Journal* 2013; 11(1):3023, [62 pp,] doi:10.2903/j.efsa.2013.3023, Available online: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal).
- EPPO (2017) PPI – Efficacy evaluation of plant protection products, Available at: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/efficacy.htm>.
- Henderson C.F., and Tilton E.W., Tests with acaricides against brown wheat mite, *Journal of Economic Entomology*, 1955, 48: 157-161.
- Kolokytha P., Sterk G., 2017, Side effects of Flipper/Relevant (carboxylic acid potassium salts) on beneficial agents, *Pesticides and Beneficial Organisms IOBC-WPRS Bulletin Vol, 125, 2017* 36-40.
- Massimino Cocuzza G.E., Mazzeo G., Lo Giudice V., Russo A., Bella S., 2016 – Pomegranate Arthropod pests and their management in Mediterranean area, *Phytoparasitica*, 44, 393-409.
- Massimino Cocuzza G.E., Montagna M., Di Silvestro S., 2015 – Applicazioni e prospettive del DNA barcoding in Entomologia, *Protezione delle Colture*, 1, 19-26.