

RISULTATI DI UN TRIENNIO DI SPERIMENTAZIONI CONDOTTE IN SICILIA SUD-ORIENTALE PER LA VALUTAZIONE DI EFFICACIA DI FLUPYRADIFURONE NEL CONTROLLO DI ALEURODIDI SU POMODORO IN COLTURA PROTETTA

C. RAPISARDA¹, M. MOCHETTI², S. NICOLOSI³, S. BEN ATTIA¹, D. SERRA³,
L. NORATA²

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi,
Via Santa Sofia n. 100, 95123 Catania

² Bayer CropScience S.r.l., Viale Certosa n. 130, 20156 Milano

³ AgriGeos C.R.O., Via Etna n. 112, 95010 Santa Venerina (CT), fraz. Linera-Cosentini
rapicar@unict.it

RIASSUNTO

Flupyradifurone è un principio attivo innovativo, appartenente alla classe dei butenolidi, che agisce come antagonista sui recettori nicotinici (unico rappresentante del sottogruppo MoA 4D, secondo la classificazione IRAC). Soprattutto per la sua azione sistemica, esso risulta particolarmente promettente per il controllo di insetti fitomizi. Nel presente lavoro si riportano i risultati di alcune prove di efficacia condotte nel triennio 2013-2015 su colture di pomodoro in serra della “fascia trasformata” della provincia di Ragusa, nelle quali una sospensione liquida di tale principio attivo è stata messa a confronto con altri principi attivi (acetamiprid, spirotetramat) comunemente impiegati nell’area investigata per il controllo delle infestazioni di aleurodidi, in uno schema sperimentale che ha previsto due applicazioni distanziate fra loro di 14 giorni. Flupyradifurone ha evidenziato potere abbattente sugli adulti. Risultati di particolare interesse sono derivati dall’applicazione combinata con flupyradifurone e spirotetramat (quest’ultimo membro del gruppo MoA 23), assai indicata in una strategia di controllo chimico degli aleurodidi basata sull’alternanza di principi attivi dotati di meccanismi d’azione differenti.

Parole chiave: lotta chimica, mosche bianche, colture orticole in serra

SUMMARY

RESULTS OF THREE-YEAR TRIALS CONDUCTED IN SOUTH-EAST SICILY TO ASSESS THE EFFECTIVENESS OF FLUPYRADIFURONE AGAINST WHITEFLIES ON TOMATO PROTECTED CROP

Flupyradifurone is an innovative active ingredient belonging to the class of butenolides, which acts as an antagonist on the nicotine receptors (being the sole representative of the subgroup MoA 4D, according to the IRAC classification). Due to its systemic action, it is especially promising for the control of sap-sucking insects. This paper reports the results of some tests conducted in the period 2013-2015 on protected crops of tomato in the “transformed strip” of the province of Ragusa (Sicily, Italy), in which the effectiveness of a liquid suspension of flupyradifurone was compared with other active ingredients (acetamiprid, spirotetramat) commonly employed in the investigated area for controlling whiteflies infestations, in an experimental scheme consisting of two applications spaced apart by 14 days. Flupyradifurone showed good killing power on adults. Results of particular interest were observed with the combined use of flupyradifurone and spirotetramat (the latter a member of the MoA 23), which is highly indicated in chemical control strategy of whiteflies based on the alternation of active ingredients with different mode of action.

Keywords: chemical control, whiteflies, greenhouse vegetable crops

INTRODUZIONE

Gli Aleurodidi costituiscono un piccolo gruppo di Emitteri Sternorrinchi, cui si ascrivono allo stato attuale poco più di 1.500 specie afferenti a 161 generi (Mound e Halsey, 1978; Martin e Mound, 2007), a distribuzione geografica prevalentemente intertropicale.

Numerose specie di tali insetti sono nocive a svariate piante coltivate e, tra esse, meritano particolare menzione quelle del gruppo *Bemisia tabaci* (Gennadius), che sono tra le più dannose al mondo, causando gravi perdite economiche soprattutto nelle regioni tropicali e subtropicali (Martin 1987; Oliveira *et al.*, 2001; Legg *et al.*, 2006, 2014). Fino a qualche anno fa considerata come un'unica benché eterogenea specie, studi recenti hanno dimostrato la presenza di diversi gruppi genetici all'interno di *B. tabaci*, morfologicamente indistinguibili tra loro ma ben differenziati biologicamente, a cui nel tempo è stato progressivamente assegnato il ruolo di razze biologiche, biotopi, genotipi, fino ad arrivare alla loro recente (Dinsdale *et al.*, 2010; De Barro *et al.*, 2011) considerazione quali specie distinte. Alcune differenze mostrate da queste specie del gruppo *B. tabaci* sono di grande importanza pratica; tra esse, risalta la loro diversa attitudine a sviluppare resistenza agli insetticidi.

In ambienti temperati, le specie del gruppo *B. tabaci* hanno una notevole importanza per le coltivazioni in serra, a carico delle quali, oltre che di danni diretti, legati alla sottrazione di linfa vegetale e conseguente produzione di melata, si rendono responsabili della trasmissione di varie specie di virus fitopatogeni. Attualmente, sono noti in tutto il mondo oltre un centinaio di virus trasmessi da questo gruppo di aleurodidi, nelle famiglie Geminiviridae, Closteroviridae, Betaflexiviridae, Potyviridae e Secoviridae (Jones, 2003; Navas-Castillo *et al.*, 2011). Limitatamente all'Italia, tra le specie virali trasmesse da tali aleurodidi e con specifico riferimento alle colture orticole, risultano di particolare importanza quelle afferenti ai generi *Begomovirus*, quali le specie del gruppo TYLCV, che causano la sindrome dell'accartocciamento fogliare giallo del pomodoro, e la specie di *Crinivirus* agente della clorosi del pomodoro (ToCV); nell'ambito di quest'ultimo genere di virus, un'altra specie, agente della clorosi infettiva del pomodoro (TICV), viene trasmessa in Italia da un'altra assai diffusa specie di aleurodide: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Cavaliere *et al.*, 2014).

Il controllo degli aleurodidi è piuttosto difficile, sia per la velocità del loro ciclo di sviluppo e la sovrapposizione delle loro generazioni, cui consegue la presenza simultanea di tutti gli stadi biologici (comprese le uova, che sono di solito meno suscettibili ai mezzi chimici comunemente utilizzati), sia per la loro attitudine ad acquisire resistenza genetica agli insetticidi. Soprattutto per quest'ultimo motivo, e anche in considerazione dell'importante ruolo strategico svolto da numerosi nemici naturali (sia parassitoidi che predatori) nel contenimento delle loro popolazioni, al fine della messa a punto di idonee strategie di controllo integrato delle infestazioni di tali fitomizi e delle infezioni virali da essi diffuse, è di estrema importanza la disponibilità di un ampio spettro di molecole insetticide che, alle necessarie caratteristiche di selettività, associno anche l'opportuna diversificazione nelle modalità d'azione, in modo da potere essere validamente alternate fra loro. In quest'ottica, si è orientata la ricerca presentata nelle pagine che seguono, che ha messo a confronto l'efficacia insetticida di una nuova molecola (flupyradifurone) in vista di un suo possibile inserimento in schemi di controllo integrato degli aleurodidi dannosi alle colture orticole protette.

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali riportate nel presente lavoro sono state condotte su popolazioni di *Bemisia* sp. gr. *tabaci* che si sviluppavano su colture protette di pomodoro realizzate in un'area a particolare vocazione per tale produzione, sita in comune di Vittoria (provincia di

Ragusa). Dati completi sull'esatta ubicazione delle aziende e sulle caratteristiche delle colture in cui sono state condotte le sperimentazioni sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1. Dati aziendali e colturali dei siti d'indagine delle tre prove

Anno	Contrada	Coordinate geografiche		Caratteristiche coltura		
		Latitudine	Longitudine	Varietà	Trapianto	Densità (piante/ha)
2013	Brancaccio	36° 54' 11.69" N	14° 28' 47.36" E	Bacio	5-lug-2013	13.300
2014	Brancaccio	36° 54' 9.92" N	14° 28' 45.4" E	Haruki F1	1-lug-2014	13.300
2015	Alcerito	36° 56' 42.00" N	14° 23' 50.64" E	505 F1	9-mag-2015	15.300

I trattamenti sono stati realizzati secondo un disegno a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni per trattamento. La dimensione di ogni parcella elementare è stata di 20 m² (10,0 m x 2,0 m), 17,5 m² (8,75 m x 2,0 m) e 14,0 m² (7,0 m x 2,0 m) rispettivamente nei tre anni d'indagine. Lo schema sperimentale ha previsto, in tutte le prove, due applicazioni distanziate fra loro di circa 14 giorni. Nelle prime due prove (2013 e 2014), tali applicazioni sono state realizzate in corrispondenza di fasi fenologiche più avanzate della coltura; nella sperimentazione del 2015, invece, si è operato in una fase più precoce, oltre che su una coltura trapiantata con circa due mesi di anticipo rispetto alle due precedenti prove.

Tabella 2. Tesi poste a confronto, con indicazione dei periodi di applicazione

Tesi	Principio attivo	Epoche dei trattamenti					
		2013		2014		2015	
		T ₁ 8/10	T ₂ 21/10	T ₁ 27/8	T ₂ 10/9	T ₁ 9/6	T ₂ 23/6
		BBCH 69-81	BBCH 69-84	BBCH 69-79	BBCH 69-81	BBCH 62-63	BBCH 65
1	Testimone n. t.	-	-	-	-	-	-
2	Spirotetramat	X	X	X	X	X	X
3	Flupyradifurone	X	X	X	X	X	X
4	Flupyradifurone	X	-	X	-	X	-
	Spirotetramat	-	X	-	X	-	X
5	Acetamiprid	X	X	X	X	X	X

I formulati confrontati fra loro e con il testimone (non trattato) sono stati i seguenti:

- Epik (acetamiprid 5% WP), utilizzato in tutte le prove e in tutte le tesi alla dose di 200 g/hL;
- Movento (spirotetramat 48 g/L SC), utilizzato in tutte le prove e in tutte le tesi alla dose di 200 ml/hL;
- Sivanto (flupyradifurone 200 g/L SL), utilizzato in tutte le prove e in tutte le tesi alla dose di 75 ml/hL.

Dati completi sui trattamenti allo studio (prodotti utilizzati, date di applicazione e fasi fenologiche della coltura al momento delle applicazioni) sono riassunti nella tabella 2.

I trattamenti sono stati effettuati con una motopompa a spalla (Zenoah NS2522) con lancia munita di 2 ugelli a cono (Albuz ATR 80 RED), operando a una pressione di esercizio di 5 bar e distribuendo un volume di acqua di 1.000 L/ha, cui ha corrisposto, secondo lo stato vegetativo della coltura in ciascuna prova, un volume di applicazione per tesi pari a 8 L nel 2013, 7 L nel 2014 e 5,6 L nel 2015.

Tabella 3. Epoche dei rilievi effettuati nelle tre prove per la valutazione di efficacia dei trattamenti in studio

	2013			2014			2015		
	Nome	Data	BBCH	Nome	Data	BBCH	Nome	Data	BBCH
Rilievo pre-trattamento	T ₁ +0	8-ott	69-81	T ₁ -2	25-ago	69-79	T ₁ -1	8-giu	62-63
Rilievi al primo trattamento	T ₁ +3	11-ott	69-82	T ₁ +3	30-ago	69-79	T ₁ +3	12-giu	63-64
	T ₁ +8	16-ott	69-83	T ₁ +6	2-set	69-80	T ₁ +7	16-giu	64
Rilievi al secondo trattamento	T ₂ +0	21-ott	69-84	T ₂ -1	9-set	69-81	T ₂ +0	23-giu	65
				T ₂ +2	12-set	69-83	T ₂ +3	26-giu	66
	T ₂ +7	28-ott	69-85	T ₂ +7	17-set	69-84	T ₂ +7	30-giu	71
	T ₂ +14	4-nov	69-86	T ₂ +14	24-set	69-85	T ₂ +15	8-lug	73

I rilievi per valutare l'efficacia dei trattamenti sono stati effettuati su un campione di 25 foglie composte (per gli adulti) o 25 foglioline singole (per gli stadi giovanili), selezionate casualmente nella zona centrale di ogni parcella elementare, sulle quali sono stati conteggiati tutti gli esemplari vivi di ogni stadio biologico. Gli adulti sono stati contati direttamente in campo, sulla parte inferiore di ogni foglia campionata, durante le prime ore del mattino, al fine di coglierli in un momento di attività e mobilità ridotta. Particolare cura è stata posta nel manipolare con delicatezza il materiale fogliare osservato, al fine di evitare ogni possibile disturbo agli adulti e ridurre i loro voli. Gli stadi giovanili (neanidi e subpupe) sono stati contati in laboratorio, con l'ausilio di uno stereomicroscopio, su un campione costituito, per ciascuna parcella elementare, come sopra già descritto. Le neanidi e le subpupe sono state considerate morte, e quindi non contate, quando esse apparivano annerite e/o disidratate. I rilievi per valutare l'efficacia dei trattamenti in studio sono stati effettuati secondo il calendario riportato nella tabella 3. Per la valutazione dei risultati, il grado di efficacia di ogni prodotto è stato espresso in percentuale ed è stato calcolato con la formula di Henderson & Tilton. I dati ottenuti sono stati trattati con il programma di statistica Costat, dopo avere sottoposto le medie relative a ciascuna parcella elementare, trasformate in valori angolari, all'analisi con ANOVA e al test di Student-Newman-Keuls (SNK) per $P = 0,05$.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati complessivamente ottenuti, relativi agli adulti e agli stadi giovanili (neanidi e subpupe), sono riassunti nelle tabelle 4-7. All'inizio di tutte le tre prove la popolazione dell'aleurodide si mostrava uniforme in tutta l'area sperimentale, senza differenze statisticamente significative tra le varie tesi ma con livelli di infestazione progressivamente inferiori nei tre anni d'indagine. Particolarmente bassa era la popolazione del fitofago nel

terzo anno d'indagine (rispetto ai precedenti due), probabilmente anche a seguito del periodo di esecuzione della stessa prova (tarda primavera, anziché autunno) e della fase fenologica della coltura al momento delle applicazioni.

Di seguito, si analizzano brevemente i risultati ottenuti, distinti per stadio biologico.

Tabella 4. Numero medio di adulti per foglia in ciascun rilievo, nei tre anni d'indagine

2013							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₊₀	T ₁₊₃	T ₁₊₈	T ₂₊₀	–	T ₂₊₇	T ₂₊₁₄
1) Testimone non trattato	6,30 a*	6,90 a	7,20 a	7,00 a		7,20 a	4,20 a
2) Spirotetramat	7,20 a	4,30 b	2,60 c	2,20 c		1,40 c	1,10 c
3) Flupyradifurone	7,30 a	4,50 b	4,70 b	4,20 b		3,80 b	1,20 c
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	8,30 a	4,00 b	5,00 b	4,40 b		1,90 c	1,00 c
5) Acetamiprid	7,90 a	4,80 b	5,30 b	4,80 b		3,90 b	1,60 b
2014							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₋₂	T ₁₊₃	T ₁₊₆	T ₂₋₁	T ₂₊₂	T ₂₊₇	T ₂₊₁₄
1) Testimone non trattato	1,86 a	2,30 a	3,18 a	6,41 a	6,50 a	8,65 a	9,27 a
2) Spirotetramat	2,06 a	1,69 b	1,69 b	3,14 a	3,20 b	5,68 b	3,26 c
3) Flupyradifurone	1,72 a	1,02 c	1,61 b	5,45 a	2,47 b	5,54 b	6,02 b
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	1,95 a	1,06 c	1,55 b	5,50 a	3,46 b	5,04 b	3,15 c
5) Acetamiprid	1,81 a	1,50 bc	2,37 b	5,83 a	5,75 a	6,74 b	7,58 ab
2015							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₋₁	T ₁₊₃	T ₁₊₇	T ₂₊₀	T ₂₊₃	T ₂₊₇	T ₂₊₁₅
1) Testimone non trattato	1,10 a	1,46 a	3,91 a	6,30 a	8,34 a	12,6 a	13,2 a
2) Spirotetramat	1,11 a	0,71 b	1,24 b	1,19 c	2,49 b	1,93 c	2,94 b
3) Flupyradifurone	1,00 a	0,42 bc	1,13 b	1,90 c	2,28 b	1,41 c	8,36 a
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	1,16 a	0,26 c	0,68 b	1,25 c	3,27 b	2,51 c	3,43 b
5) Acetamiprid	1,14 a	0,51 bc	1,23 b	3,52 b	5,58 a	5,41 b	8,68 a

*Le medie seguite dalle stesse lettere nella stessa colonna non sono statisticamente differenti secondo il test SNK (P = 0,05)

Adulti (tabelle 4 e 5)

Dopo la prima applicazione, e in tutte le tre prove, tutte le tesi a confronto hanno evidenziato, rispetto al testimone non trattato, una diminuzione statisticamente significativa nel numero di adulti per foglia. Nel 2014 e 2015, un'azione leggermente abbattente è stata evidenziata nelle tesi 3 e 4 (in cui è stato utilizzato il formulato a base di flupyradifurone), su

livelli statisticamente significativi già 3 giorni dopo la prima applicazione (T₁+3) rispetto alle altre tesi; tali differenze si sono progressivamente alquanto ridotte ai rilievi successivi.

Tabella 5. Efficacia (%) dei trattamenti nei confronti degli adulti valutata in ciascun rilievo con la formula di Henderson & Tilton, nei tre anni d'indagine

2013							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ +0	T ₁ +3	T ₁ +8	T ₂ +0	–	T ₂ +7	T ₂ +14
2) Spirotetramat	–	44,2	68,2	71,1		82,4	76,0
3) Flupyradifurone	–	41,4	42,8	44,6		50,2	74,4
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	–	54,1	45,5	49,8		78,7	80,9
5) Acetamiprid	–	43,6	40,0	43,3		55,6	68,5
2014							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ -2	T ₁ +3	T ₁ +6	T ₂ -1	T ₂ +2	T ₂ +7	T ₂ +14
2) Spirotetramat	–	33,6	52,0	55,7	55,5	40,7	68,2
3) Flupyradifurone	–	52,0	45,2	8,0	58,9	30,7	29,7
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	–	56,0	53,5	18,1	49,2	44,4	67,5
5) Acetamiprid	–	32,9	23,4	6,5	9,0	19,9	15,9
2015							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ -1	T ₁ +3	T ₁ +7	T ₂ +0	T ₂ +3	T ₂ +7	T ₂ +15
2) Spirotetramat	–	54,2	57,8	81,0	70,5	84,5	77,7
3) Flupyradifurone	–	67,4	67,3	69,2	64,6	87,1	32,6
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	–	83,5	77,6	81,1	66,2	80,8	74,4
5) Acetamiprid	–	67,0	61,1	43,8	21,5	57,0	39,8

Dopo la seconda applicazione, il numero medio di adulti vivi per foglia in tutte le tesi trattate ha mostrato differenze modeste durante la prima settimana, con livelli di significatività difficilmente separabili tra di loro, ad eccezione della tesi 5 (acetamiprid), che all'esperienza primaverile del 2015 ha rivelato in questa fase i livelli di sopravvivenza di adulti più alti fra le tesi a confronto. Tuttavia, nella settimana successiva, fino alla conclusione della prova, oltre alla tendenza verso una graduale ulteriore riduzione dei livelli di efficacia nella già citata tesi 5 (sia pure non omogenea nelle tre prove), si è assistito al mantenimento di elevate performance nelle tesi 2 e 4, in cui la seconda applicazione è stata realizzata con il formulato a base di spirotetramat, e in qualche caso (nel 2013) anche nella tesi 3 (flupyradifurone).

Tabella 6. Numero medio di neanidi e subpupe per foglia in ciascun rilievo, nei tre anni d'indagine

2013							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₊₀	T ₁₊₃	T ₁₊₈	T ₂₊₀	–	T ₂₊₇	T ₂₊₁₄
1) Testimone non trattato	10,8 a*	20,4 a	29,1 a	24,0 a		26,0 a	24,9 a
2) Spirotetramat	16,4 a	9,90 a	9,50 b	6,30 b		2,70 d	0,90 c
3) Flupyradifurone	16,8 a	10,4 a	15,10 b	10,1 b		6,60 b	4,70 b
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	23,1 a	9,30 a	12,70 b	9,40 b		4,20 c	2,50 bc
5) Acetamiprid	16,6 a	10,6 a	14,40 b	11,4 b		7,10 b	5,10 b
2014							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₋₂	T ₁₊₃	T ₁₊₆	T ₂₋₁	T ₂₊₂	T ₂₊₇	T ₂₊₁₄
1) Testimone non trattato	6,29 a	6,31 a	8,48 a	9,30 a	13,2 a	14,03 a	12,2 ab
2) Spirotetramat	4,17 a	5,32 a	3,58 b	2,51 c	1,82 b	2,29 b	5,95 b
3) Flupyradifurone	7,55 a	5,32 a	5,39 ab	5,93 b	7,37 a	9,36 a	9,11 ab
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	6,24 a	5,70 a	4,76 ab	5,24 b	7,09 a	8,59 a	4,05 b
5) Acetamiprid	5,57 a	4,77 a	4,14 ab	6,96 ab	8,15 a	12,05 a	21 a
2015							
Tesi	Rilievi						
	T ₁₋₁	T ₁₊₃	T ₁₊₇	T ₂₊₀	T ₂₊₃	T ₂₊₇	T ₂₊₁₅
1) Testimone non trattato	1,51 a	1,34 a	5,94 a	3,61 a	1,51 a	8,39 a	4,17 a
2) Spirotetramat	1,70 a	0,53 b	2,43 b	0,23 c	0,06 c	0,88 c	0,25 c
3) Flupyradifurone	2,54 a	0,40 b	3,05 b	2,02 ab	0,84 b	2,15 b	2,31 b
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	1,21 a	0,61 b	3,53 b	1,32 abc	0,51 bc	1,57 bc	0,22 c
5) Acetamiprid	2,40 a	0,37 b	3,83 b	0,67 bc	0,53 bc	2,15 b	1,88 b

*Vedi tabella 4

I dati sull'efficacia, valutata con la formula di Henderson & Tilton, riportati nella tabella 5, confermano le osservazioni sopra riportate e le correlano alle prestazioni insetticide estrinsecate dai formulati saggianti, confermando una certa capacità abbattente del formulato a base di flupyradifurone e un effetto alquanto prolungato di quello a base di spirotetramat.

Stadi giovanili (tabelle 6 e 7)

A seguito della prima applicazione e a carico degli stadi giovanili, nessun effetto abbattente è stato evidenziato da alcuno dei prodotti saggianti nelle tre prove, sicché il numero di neanidi e subpupe per fogliolina non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le tesi a

confronto (spesso compreso il testimone non trattato) a tre giorni dalla prima applicazione (T₁+3). In termini di efficacia, un livello generalmente superiore alle altre tesi è stato evidenziato dalla tesi 3 (trattata con il formulato a base di flupyradifurone) nel corso delle tre prove, anche se non confermato dalla tesi 4, in cui la prima applicazione è stata effettuata con lo stesso prodotto. Nel lungo periodo, avvicinandosi all'epoca della seconda applicazione, le tesi 3 e 4 (entrambe trattate con il formulato a base di flupyradifurone) hanno mantenuto livelli apprezzabili di efficacia, rivelando un numero di esemplari preimmaginali per fogliolina statisticamente inferiore rispetto al testimone non trattato. Agli stessi rilievi, la tesi 2 (trattata con il formulato a base di spirotetramat) ha mostrato sempre prestazioni progressivamente crescenti nell'arco dell'intero periodo, con un grado di efficacia che, all'epoca della seconda applicazione, ha sempre rivelato i livelli più alti fra le tesi a confronto (fino a valori superiori al 90% nel 2015, due settimane dopo la prima applicazione).

Tabella 7. Efficacia (%) dei trattamenti nei confronti degli stadi giovanili valutata in ciascun rilievo con la formula di Henderson & Tilton, nei tre anni d'indagine

2013							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ +0	T ₁ +3	T ₁ +8	T ₂ +0	-	T ₂ +7	T ₂ +14
2) Spirotetramat	-	55,1	87,7	92,0		84,0	88,5
3) Flupyradifurone	-	66,1	82,5	87,5		76,6	87,3
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	-	44,6	71,1	79,1		74,6	85,8
5) Acetamiprid	-	54,3	65,5	77,5		61,9	82,9
2014							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ -2	T ₁ +3	T ₁ +6	T ₂ -1	T ₂ +2	T ₂ +7	T ₂ +14
2) Spirotetramat	-	0	36,3	59,2	79,2	75,3	26,6
3) Flupyradifurone	-	29,7	47,0	46,8	53,5	44,4	37,9
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	-	8,9	43,4	43,2	45,9	38,2	66,6
5) Acetamiprid	-	14,6	44,8	15,4	30,3	3,0	0
2015							
Tesi	Rilievi						
	T ₁ -1	T ₁ +3	T ₁ +7	T ₂ +0	T ₂ +3	T ₂ +7	T ₂ +15
2) Spirotetramat	-	75,2	53,1	91,6	94,6	89,1	95,0
3) Flupyradifurone	-	71,8	58,9	55,7	47,0	80,0	53,3
4) Flupyradifurone & Spirotetramat	-	29,3	42,2	52,6	62,5	77,8	93,8
5) Acetamiprid	-	77,8	59,7	85,3	79,0	85,2	76,8

Come già visto per gli adulti, l'efficacia a carico degli stadi preimmaginali non ha evidenziato apprezzabili differenze tra tutte le tesi saggiate (incluso, in qualche caso, anche il testimone non trattato) durante la prima settimana dopo la seconda applicazione, fatta eccezione per la tesi 2 (spirotriamat), che in tutte le prove ha rivelato in quest'arco di tempo un'efficacia superiore al 75% (e in qualche caso anche su livelli del 90-95%) e un numero di esemplari giovanili per fogliolina statisticamente differente rispetto a tutte le restanti tesi. Nella settimana successiva, fino al termine della prova, oltre a un'efficacia tendenzialmente limitata della tesi 5 (acetamiprid), è stato evidenziato un certo aumento delle prestazioni delle tesi 2 (spirotriamat) e 4 (flupyradifurone + spirotriamat).

Uova

I dati ottenuti dal conteggio delle uova nei campioni delle varie tesi hanno mostrato in modo evidente e in tutte le tre prove una diretta congruenza con i livelli di presenza di adulti e con il grado di efficacia che, a carico di questi ultimi, è stato estrinsecato da tutti i formulati saggiati.

CONCLUSIONI

Il controllo di *B. sp. gr. tabaci* fornito dai formulati a base di spirotriamat (Movento) e di flupyradifurone (Sivanto) è stato in generale comparabile, sia pure con una certa superiorità del primo, e in alcuni casi (soprattutto nelle prove autunnali, un po' meno in quella primaverile del 2015) superiore a quello fornito dal formulato a base di acetamiprid (Epik).

Per tutti i formulati saggiati, la seconda applicazione ha aumentato sensibilmente l'efficacia contro tutti gli stadi biologici dell'insetto.

In linea di principio, mentre il formulato a base di flupyradifurone è sembrato avere un rapido effetto abbattente sugli adulti, quello a base di spirotriamat si è confermato come il più potente tra i formulati saggiati (seguito da flupyradifurone) contro gli stadi giovanili, sui quali sembra estrinsecare un effetto alquanto prolungato. Risultati molto importanti e interessanti sono derivati in tutte le prove dalla tesi 4, data dall'applicazione combinata con flupyradifurone [membro del gruppo 4D dello schema di classificazione IRAC sulle modalità d'azione: agonisti dei recettori nicotinici (nAChR)] e spirotriamat (membro del gruppo 23: inibitori della carbossilasi di acetil CoA). Ciò risulta degno di rilievo ai fini della messa a punto di una strategia di controllo integrato dell'aleurodide, tenendo anche conto della rilevante capacità di varie specie di *Bemisia* del gruppo *tabaci* di acquisire resistenza agli insetticidi e della conseguente necessità di adottare strategie di controllo chimiche basate sulla rotazione di principi attivi caratterizzati da differente modalità d'azione.

LAVORI CITATI

- Cavaliere V., Manglii A., Tiberini A., Tomassoli L., Rapisarda C., 2014. Rapid identification of *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci* (MEAM1 and MED) and tomato-infecting criniviruses in whiteflies and in tomato leaves by real-time reverse transcription-PCR assay. *Bulletin of Insectology*, 67 (2), 219-225.
- De Barro P.J., Liu S.S., Boykin L.M., Dinsdale A.B., 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual Review of Entomology*, 56, 1-19.
- Dinsdale A., Cook L., Riginos C., Buckley Y.M., De Barro P.J., 2010. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase I to identify species level genetic boundaries. *Annals of the Entomological Society of America*, 103 (2), 196-208.

- Jones D.R., 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 195-219.
- Legg J.P., Owor B., Sseruwagi P., Ndunguru J., 2006. Cassava mosaic virus disease in East and Central Africa: epidemiology and management of a regional pandemic. *Adv Virus Res*, 67, 355-418.
- Legg J.P., Shirima R., Tajebe L.S., Guastella D., Boniface S., Jeremiah S., Nsami E., Chikoti P., Rapisarda C., 2014. Biology and management of *Bemisia* whitefly vectors of cassava virus pandemics in Africa. *Pest Management Science*, 70 (10), 1446-1453.
- Martin J.H., 1987. An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homopt Aleyrodidae). *International Journal of Pest Management*, 33 (4), 298-322.
- Martin J.H., Mound L.A., 2007. An annotated checklist of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Lista de las moscas blancas del mundo (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). *Zootaxa*, 1492, 1-84.
- Mound L.A., Halsey S.H., 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. John Wiley and Sons, Chichester, 378 pp.
- Navas-Castillo J., Fiallo-Olivé E., Sánchez Campos S., 2011. Emerging virus disease transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology*, 49, 219-248.
- Oliveira M.R.V., Henneberry T.J., Anderson P., 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20 (9), 709-723.