

EVIDENZE SPERIMENTALI SULL'EFFICACIA DI AZADIRACTINA NEL CONTENIMENTO DI AFIDE LANIGERO DEL MELO E SELETTIVITÀ NEI CONFRONTI DEL PARASSITOIDE *APHELINUS MALI*

M. BALDESSARI¹, C. TOMASI¹, S. G. CHIESA¹, S. ZANONI¹, A. GUARNONE²

¹ Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico, via E. Mach, 1
38010 San Michele all'Adige (Trento)

² Sipcam Italia, via Sempione, 195 - 20016 Pero (MI)
mario.baldessari@fmach.it

RIASSUNTO

In una sperimentazione triennale (2021-23), condotta in parcelle di grandi dimensioni trattate con atomizzatore è stata valutata l'efficacia di Oikos[®] (p.a. azadiractina) nel contenimento dell'afide lanigero del melo. In strategie semplici o combinate, sono stati valutati i tempi di applicazione post-fiorali, a confronto con standard di riferimento quali Movento[®] 48 SC ed Epik[®] SL. I livelli di presenza dell'afide lanigero erano da considerarsi significativi in tutte le annate di sperimentazione e si è delineata una interessante azione di azadiractina nei confronti di *E. lanigerum*, con posizionamento in post-fioritura e all'interno di una strategia integrata basata su tre trattamenti aficidi. Inoltre, in prove di laboratorio di tossicità acuta con trattamento topico e residuale, sono stati valutati gli effetti collaterali di Oikos nei confronti del parassitoide *Aphelinus mali*. Nel trattamento topico, Oikos ha mostrato mortalità statisticamente uguale al testimone differenziandosi solo a 48 ore con mortalità del 16%. L'effetto residuale di Oikos è paragonabile al testimone. I risultati ottenuti hanno evidenziato un buon grado di efficacia verso l'afide lanigero e di selettività nei confronti del limitatore naturale.

Parole chiave: Eriosoma, Oikos, controllo chimico, effetti collaterali

SUMMARY

EFFICACY OF AZADIRACTIN IN APPLE WOOLLY APHID CONTROL AND ITS SELECTIVITY TOWARDS THE PARASITOID *APHELINUS MALI*

Three field trials were performed over 2021-23 to verify the activity of Oikos[®] (a.i. azadiractin) against the woolly apple aphid (WAA), compared with acetamiprid and spirotetramat. The levels of the woolly aphid were to be considered significant in all years of experimentation and an interesting action of azadiractin against *E. lanigerum* was outlined, with post-flowering positioning and within an integrated strategy based on three applications. The study evaluated the efficacy of selectivity against the parasitoid *Aphelinus mali*. Oikos, on topical sprays, showed the same mortality as in the untreated with statistical difference only at 48 h (mortality 16 % ± 6.5 S.E.). Even the residual effect of Oikos is comparable to the untreated. The good selectivity level observed on *A. mali* and the favourable ecotox profile make the aphicide suitable for IPM programs.

Keywords: Eriosoma, Oikos, chemical control, side effect

INTRODUZIONE

L'afide lanigero del melo, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae), originario del nord-est America, è presente nella maggior parte delle aree di coltivazione delle mele del mondo (Asante, 1995). Il fitomizo può risultare una problematica secondaria, un'avversità importante per la produzione di mele o finanche una minaccia per la sopravvivenza della pianta, a seconda del livello di infestazione e della posizione delle colonie (Brown e Schmitt, 1994; Beers et al., 2007). Gli attacchi si possono localizzare in varie parti

della pianta di melo, dai germogli alle radici; nelle situazioni di gravi infestazioni, le colonie sulla parte aerea possono depositare melata sui frutti, con conseguente deprezzamento per lo sviluppo di fumaggini e rugginosità; gli afidi possono anche infestare direttamente i frutti attraverso la cavità calicina (Essig, 1942), con conseguenze problematiche legate ai protocolli fitosanitari di importazione/esportazione. L'attività trofica riduce il vigore della pianta, rimuovendo dal floema i carboidrati destinati alle cellule in crescita (Madsen e Bailey, 1958). Inoltre, l'iniezione di saliva nella pianta ospite provoca ulteriori danni ai tessuti vegetali, con la formazione di neoplasie e galle, che possono portare al disseccamento di germogli e a ripercussioni sul ritorno a fiore dell'anno successivo. Lo svernamento avviene allo stadio di neanide nelle screpolature del tronco e dei rami e sull'apparato radicale (Hoyt e Madsen, 1960). In primavera si ha lo sviluppo di virginopare attere, che si susseguono per partenogenesi per 18-20 generazioni.

Negli ultimi anni si è assistito diffusamente ad una recrudescenza degli attacchi dell'afide lanigero (Lordan et al., 2015), attribuibile ad una serie concomitante di concause, partendo dall'esclusione dalle linee di difesa degli organofosforati come clorpirifos (Beers et al., 2007, 2010). L'incremento delle infestazioni può trovare spiegazione anche nella maggior sopravvivenza delle neanidi svernanti e nella mutata biologia dell'afide, in ragione della maggior frequenza di inverni miti.

Nel presente lavoro vengono riportati i primi risultati di prove sperimentali di campo sull'efficacia di Oikos® (p.a. azadiractina) nei confronti di afide lanigero. L'obiettivo generale della sperimentazione era approfondire le conoscenze sull'utilizzo di azadiractina nella gestione di eriosoma, soprattutto con la prospettiva di un posizionamento tecnico in post-fioritura, innovativo rispetto all'utilizzo tradizionale della molecola.

La modalità d'azione di azadiractina è ufficialmente classificata come "sconosciuto" o "incerto" (Sparks et al., 2020, IRAC 2021); sono stati segnalati effetti letali e sub-letali per inibizione dell'alimentazione, effetti repellenti o deterrenti ed effetti e impatti sullo sviluppo (regolazione della crescita degli insetti (RCI)) e sulla riproduzione (Mordue e Nisbet, 2000; Bartelsmeier, 2021).

Ulteriore finalità del lavoro era indagare i possibili effetti collaterali di azadiractina nei confronti del parassitoide *Aphelinus mali*, il principale limitatore naturale di *E. lanigerum* (Gontijo et al., 2012). Nelle nostre realtà melicole il primo picco di volo dell'imenottero si colloca nel periodo di immediata post-fioritura, e seppure di dimensioni limitate, risulta essenziale per l'aumento delle popolazioni e il conseguente raggiungimento di buoni tassi di parassitizzazione in estate, generalmente a fine luglio (Chiesa et al., 2019). Per questo motivo risulta fondamentale la conoscenza della selettività delle molecole utilizzate nel periodo, con particolare riferimento ai trattamenti aficidi (Goossens, 2011), che potrebbero deprimere le popolazioni dell'utile.

MATERIALI E METODI

Prove di campo

Le sperimentazioni sono state condotte nel triennio 2021-23 presso l'azienda Piovi (tabella 1) della Fondazione E. Mach in Piana Rotaliana (Trento). I frutteti, cultivar Granny Smith e Fuji, allevati a Spindel e innestati su M9, sono stati suddivisi secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, prevedendo 4 repliche per ciascuna tesi. Gli appezzamenti scelti per la sperimentazione presentavano un'infestazione diffusa e significativa di afide lanigero: su tutte le piante erano presenti colonie alla base del colletto e sul tronco (tagli di potatura e anfrattuosità della corteccia) a fine inverno. Gli interventi insetticidi sono stati eseguiti

utilizzando un atomizzatore sperimentale e curando bene la bagnatura della vegetazione, interessando anche la porzione basale del colletto.

Tabella 1. Caratteristiche generali dei frutteti sperimentali

Anno	Cultivar	Sesto impianto (m x m)	Età (anni)
2021-22	Granny Smith	3,4 x 0,9	17-18
2023	Fuji	3,5 x 0,8	8

Nei tre anni di sperimentazione si sono posti a confronto 8 prodotti fitosanitari (tabella 2), inseriti in strategia in diversi momenti applicativi; nel dettaglio si è intervenuti, come da prassi consolidata, nella pre e post-fioritura ed inoltre sul picco di migrazione delle neanidi svernanti di afide lanigero. Per il monitoraggio del flusso e della dinamica di afidi svernanti dal terreno alla chioma si sono utilizzate fasce trappola collose applicate sul tronco (esposte da inizio marzo fino ad ottobre e sostituite settimanalmente). Le epoche applicative sono descritte in tabella 3, mentre le strategie a confronto nelle tre annate nelle tabelle 5, 6 e 7.

Tabella 2. Caratteristiche tecniche dei formulati e dosaggi

Formulato commerciale	Principio attivo	Concentrazione p.a.	Form.	Dose f.c. g-mL/ha
Biolid UP	Olio minerale	712 g/L	EO	1250
Closer	Sulfoxaflor	120 g/L	SC	400
Epik SL	Acetamiprid	50 g/L	SL	1500
Mago	Sorbitan monooleato etossilato	120 g/l	SL	1500
Movento 48 SC	Spirotetramat	48 g/l	SC	3500
Oikos	Azadiractina	26 g/L	EC	1500
Prev-Am Plus	Olio arancio dolce	60 g/L	SL	1500
Teppeki	Flonicamid	50%	WG	140

Tabella 3. Trattamenti aficidi e corrispondenti stadi fenologici del melo

Anno	Pre-fiorale BBCH 57-59	Post-fiorale BBCH 69-71	Migrazione BBCH 72-73
	A	B	C
2021	2 aprile	28 aprile	7 maggio
2022	4 aprile	25 aprile	16 maggio
2023	24 marzo	22 aprile	19 maggio

In merito al numero e all'epoca dei rilievi si è fatto riferimento alle specifiche procedure proposte dall'EPPO (PP 1/258 (2) Aphids on stone and pome fruit; PP 1/254 (2) *Eriosoma lanigerum* on apple). Il livello di efficacia delle strategie è stato stimato controllando 100 germogli in attivo accrescimento scelti a caso per ciascuna replica. È stata stimata la percentuale di germogli colpiti, considerando separatamente la presenza di afide grigio e lanigero. Per quest'ultimo si è inoltre utilizzato un indice di infestazione basato su colonie normalizzate, al fine di meglio descrivere la "potenza" dell'attacco presente in frutteto, la sua evoluzione nel tempo, la possibilità di parassitizzazione delle colonie e l'eventuale

reinfestazione (Baldessari e Angeli, 2018). Secondo lo schema utilizzato (Castellari, 1965), le colonie di *E. lanigerum* vengono suddivise in tre classi in base alle loro dimensioni e gli viene assegnato un valore relativo.

Prove di laboratorio

Gli individui di *A. mali* utilizzati sono stati raccolti presso meleti infestati da *E. lanigerum*, collezionando i germogli e portandoli presso i laboratori della Fondazione Mach, attendendo lo sfarfallamento degli adulti del parassitoide. Per le valutazioni si sono utilizzati esclusivamente individui femmine.

La sperimentazione ha previsto la valutazione dell'effetto di tossicità acuta con trattamento topico e residuale delle sostanze chimiche (tabella 4) sull'imenottero utile *A. mali* alle dosi di campo riportate in etichetta.

Nel test per valutare l'effetto topico le sostanze chimiche da saggiare sono state applicate utilizzando una torre di spruzzatura di Potter alle dosi di campo diluite con acqua distillata. Gli adulti emersi di *A. mali* sono stati posti in piastre Petri (9 cm di diametro x 1,0 cm) in gruppi di cinque per cinque repliche e sono stati spruzzati con 3 mL di soluzione. Tutti gli adulti sono stati monitorati per determinare il tasso di sopravvivenza a 2 ore, a 24 ore e a 48 ore.

I test di semi-campo per la valutazione dell'effetto residuale hanno previsto la distribuzione delle soluzioni di insetticida su piante di melo coltivate in vaso mediante nebulizzatori manuali ad una concentrazione pari alla dose di etichetta (tabella 5). Il controllo è stato trattato con acqua e la vegetazione è stata irrorata fino al limite del gocciolamento. La singola replica era costituita da un germoglio trattato e successivamente posto in una scatola di plastica (9 cm di diametro x 20 cm di altezza), in cui era garantito l'arieggiamento passivo tramite inserti in rete antinsetto a maglia fine. I parassitoidi da saggiare, riforniti di miele, sono stati trasferiti nel box sperimentale, dove erano esposti a 2-3 foglie trattate. In ciascuna gabbia, sono stati inseriti 10 individui adulti (femmine), prevedendo cinque repliche per prodotto e tempo di inserimento. I germogli trattati sono stati raccolti a T+0, T+3 e T+7 giorni dal trattamento per la valutazione della persistenza d'azione. Le scatole con gli insetti sono state stoccate in cella termostata (24±1°C, 75% RH e fotoperiodo di 17:7 ore luce/buio). Il controllo della mortalità dei parassitoidi è stato eseguito 2, 24 e 48 ore dopo il loro inserimento nelle gabbie. Gli insetti sono stati classificati come vivi o morti (insetti che non rispondevano con movimenti del capo o contrazioni peristaltiche alla stimolazione effettuata con un pennello a setole morbide).

Tabella 4. Caratteristiche tecniche dei formulati e dosaggi di utilizzo

Formulato commerciale	Principio attivo	Concentrazione p.a.	Form.	Dose f.c. mL/hL
Oikos	Azadiractina	26	EC	100
Decis Evo	Deltametrina	25	EW	50

Analisi statistica

I dati relativi al grado d'infestazione degli afidi in campo e i dati di selettività verso *A. mali* sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova) e le differenze fra le medie confrontate con il test di Tukey ($P \leq 0,05$).

RISULTATI

Prove di campo

Nel 2021 si è registrata un'elevata infestazione di afide grigio, con oltre il 90% dei germogli colpiti nelle parcelle testimone. Nelle strategie 2 e 3, in cui non era previsto il trattamento post-fioritura (epoca B), si è verificata una lieve infestazione, prevedibilmente non controllata completamente dall'applicazione di azadiractina in epoca C.

Verso fine aprile si è registrato l'inizio della migrazione delle ninfe del primo stadio (crawler), come confermato dalle valutazioni delle fasce trappola collose. Nella prima decade di maggio sono state riscontrate le prime colonie sulla vegetazione e sono state eseguite le applicazioni in epoca C. All'inizio di giugno, nelle parcelle non trattate, il 60% dei germogli presentava colonie di *E. lanigerum* e il parassitismo di *A. mali* era irrilevante. Il flusso di spostamento delle neanidi svernanti è stato molto intenso, evidenziando una migrazione prolungata e molto consistente per tutto il mese di giugno, che ha influenzato l'efficacia delle strategie. In questo contesto, anche la strategia chimica di riferimento, basata sull'utilizzo di spirotetramat, ha garantito solo un contenimento parziale di *E. lanigerum*, con circa il 50% dei germogli colpiti. Interessante è risultato l'inserimento di azadiractina in strategia, come emerge dalla tesi 7, con circa il 40% di germogli infestati e 66 colonie normalizzate, valori statisticamente diversi dal testimone.

Tabella 5. Percentuale di germogli infestati da afide grigio e lanigero osservati nei diversi rilievi nelle strategie a confronto nel 2021

Tesi a confronto		Epoca trattamento	Afide grigio		Afide lanigero		
			% germogli infestati		% germogli infestati		Colonie normalizzate
			28/5	4/6	28/5	4/6	4/6
1	Testimone	-	61 a	93 a	26 a	62 a	245 a
2	Oikos	A	0 b	13 b	24 a	52 ab	179 a
	Oikos	C					
3	Oikos + Biolid	A	0 b	9 b	20 a	53 ab	171 a
	Oikos	C					
4	Teppeki	A	0 b	7 b	14 ab	47 ab	132 ab
	Epik SL	B					
5	Teppeki	A	0 b	0 c	17 ab	38 b	113 ab
	Oikos	B					
6	Teppeki	A	0 b	0 c	8 b	49 ab	78 b
	Movento + Biolid	B					
7	Teppeki	A	0 b	0 c	15 ab	39 b	66 b
	Epik SL	B					
	Oikos	C					
8	Teppeki	A	0 b	8 b	9 b	38 b	124 ab
	Oikos+Prev-Am	B					

Nel 2022 la prova è stata condotta sullo stesso appezzamento di Granny Smith dell'anno precedente, con la variazione che il controllo è stato trattato in pre-fioritura con flonicamid (come tutte le strategie chimiche) per evitare l'interferenza negativa di una significativa infestazione di afide grigio sulle valutazioni verso *E. lanigerum*.

A fine maggio, nelle parcelle testimone parziale, l'81% dei germogli controllati presentava colonie di *E. lanigerum* e la parassitizzazione di *A. mali* era irrilevante. Per quanto riguarda le strategie sperimentali, all'inizio di giugno, si sono evidenziati due gruppi distinti: - le strategie (6, 7, 8 e 9) basate su un solo trattamento in post-fioritura, con valori di infestazione compresi tra il 35 e il 62% dei germogli; - le strategie (2, 3, 4 e 5) con trattamento aggiuntivo al picco di migrazione, con valori di infestazione compresi tra 0 e 25% dei germogli. Questi risultati sono confermati anche dall'indice di infestazione, con la presenza di sole piccole colonie (classe 1, facilmente parassitizzabili) nelle strategie basate su tre applicazioni. Dai confronti tra strategie omologhe basate su due o tre trattamenti è possibile comprendere il contributo delle applicazioni in epoca C. Interessante in questo senso la strategia basata su Oikos in post-fioritura, seguita dall'applicazione in epoca C (picco di migrazione) di Epik o Movento.

Tabella 6. Percentuale di germogli infestati da afide grigio e lanigero osservati nei diversi rilievi nelle strategie a confronto nel 2022

Tesi a confronto		Epoca trattamento	Afide grigio		Afide lanigero		
			% germogli infestati		% germogli infestati		Colonie normalizzate
			23/5	6/6	23/5	6/6	6/6
1	Teppeki	A	52 a	74 a	81 a	75 a	570 a
2	Teppeki	A	3 cd	0 d	20 d	0 d	0 e
	Epik + Mago	B					
	Movento + Biolid	C					
3	Teppeki	A	0 d	17 c	16 d	25 bc	47 de
	Movento + Biolid	B					
	Epik + Mago	C					
4	Teppeki	A	4 cd	1 d	20 d	6 d	18 de
	Oikos + Biolid	B					
	Movento + Biolid	C					
5	Teppeki	A	1 d	4 cd	24 cd	8 cd	13 de
	Oikos + Biolid	B					
	Epik + Mago	C					
6	Teppeki	A	5 cd	3 cd	34 bcd	34 b	87 cde
	Movento + Biolid	B					
7	Teppeki	A	2 cd	16 c	41 bc	27 b	137 cd
	Closer	B					
8	Teppeki	A	14 bc	40 b	47 b	42 b	219 bc
	Oikos + Biolid	B					
9	Teppeki	A	20 b	49 b	48 b	62 a	340 b
	Epik + Mago	B					

Nel 2023 la migrazione delle ninfe del primo stadio (crawler) nell'apezzamento non trattato è iniziata verso metà aprile e ha raggiunto il picco verso la seconda decade di maggio (posizionamento applicazione epoca C). A fine maggio nelle parcelle testimone parziale (tesi 1) si è verificata un'infestazione del 97% dei germogli. Per quanto riguarda le strategie sperimentali, a fine maggio si evidenziavano due gruppi distinti; 1) le strategie con un unico trattamento eseguite in post-fioritura, con valori di infestazione compresi tra il 78 e il 97% dei

germogli (rispettivamente tesi 6, 7 e 8); in questo gruppo rientra anche la strategia 5, con valori del 75% di germogli infestati. 2) le strategie con un trattamento aggiuntivo al picco di migrazione, con valori di infestazione compresi tra il 35 e il 51% dei germogli (rispettivamente tesi 2, 3 e 4). A metà giugno, nei non trattati il 96% dei germogli controllati presentava colonie di *E. lanigerum* e la parassitizzazione di *A. mali* era irrilevante. Per quanto riguarda le strategie sperimentali, le tendenze sono confermate anche nella valutazione di metà giugno. Le strategie 2, 3 e 4 basate sull'applicazione al picco di migrazione afide lanigero sono risultate le più performanti e non differiscono l'una dall'altra.

Tabella 7. Percentuale di germogli infestati da afide grigio e lanigero osservati nei diversi rilievi nelle strategie a confronto nel 2023

Tesi a confronto		Epoca trattamento	Afide grigio		Afide lanigero		
			% germogli infestati		% germogli infestati		Colonie normalizzate
			29/5	7/6	29/5	7/6	7/6
1	Teppeki	A	9 a	10 a	97 a	96 a	1032 a
2	Teppeki	A	0 b	0 b	51 c	44 c	196 cde
	Epik + Mago	B					
	Movento + Biolid	C					
3	Teppeki	A	0 b	0 b	35 c	37 c	108 e
	Movento + Biolid	B					
	Epik + Mago	C					
4	Teppeki	A	0 b	0 b	44 c	45 c	162 de
	Oikos + Biolid	B					
	Movento + Biolid	C					
5	Teppeki	A	0 b	0 b	75 b	72 b	338 c
	Oikos + Biolid	B					
	Epik + Mago	C					
6	Teppeki	A	3 b	4 b	78 b	75 b	299 cd
	Movento + Biolid	B					
7	Teppeki	A	1 b	0 b	97 a	87 ab	687 b
	Epik + Mago	B					

Prove di laboratorio

In figura 1 sono riportati i risultati delle prove di esposizione topica come mortalità percentuale di *A. mali*, rispettivamente a 2, 24 e 48 ore dal trattamento. Lo standard Decis Evo evidenzia i maggiori livelli di mortalità, statisticamente sempre diversi sia da testimone che da Oikos; in particolare già al rilievo dopo 2 ore si registrava una mortalità completa sugli imenotteri trattati con deltametrina. Azadiractina non evidenziava differenze significative con il testimone a 2 e 24 ore, mentre si è differenziata dal testimone solo dopo 48 ore dal trattamento con una mortalità pari al 16% ($\pm 6,5$ S.E.).

In figura 2 sono riportati i risultati di mortalità nelle prove di esposizione residuale di *A. mali* dopo 2, 24 e 48 ore dal trattamento e con inserimenti a T+0, T+3 e T+7 giorni. A seguito dell'esposizione immediata (T+0) di *Aphelinus mali* sulla vegetazione trattata si registrava, dopo 24 ore di permanenza dell'insetto, una mortalità del 24% ($\pm 5,0$ S.E.) nella tesi Decis Evo, che aumentava al 32% ($\pm 5,8$ S.E.) dopo 48 ore. Il piretroide si differenziava statisticamente dal testimone trattato con sola acqua e da Oikos per l'esposizione immediata

(T+0) e controllo a 24 e 48 ore (ANOVA $p < 0,05$). Negli inserimenti successivi (T+3 e T+7) di *A. mali* non sono emerse differenze statistiche significative tra le tesi in prova (ANOVA $p > 0,05$).

Figura 1. Grafici di mortalità dovuta al trattamento topico (%) degli adulti di *A. mali* dopo 2, 24 e 48 dal trattamento con torre di Potter

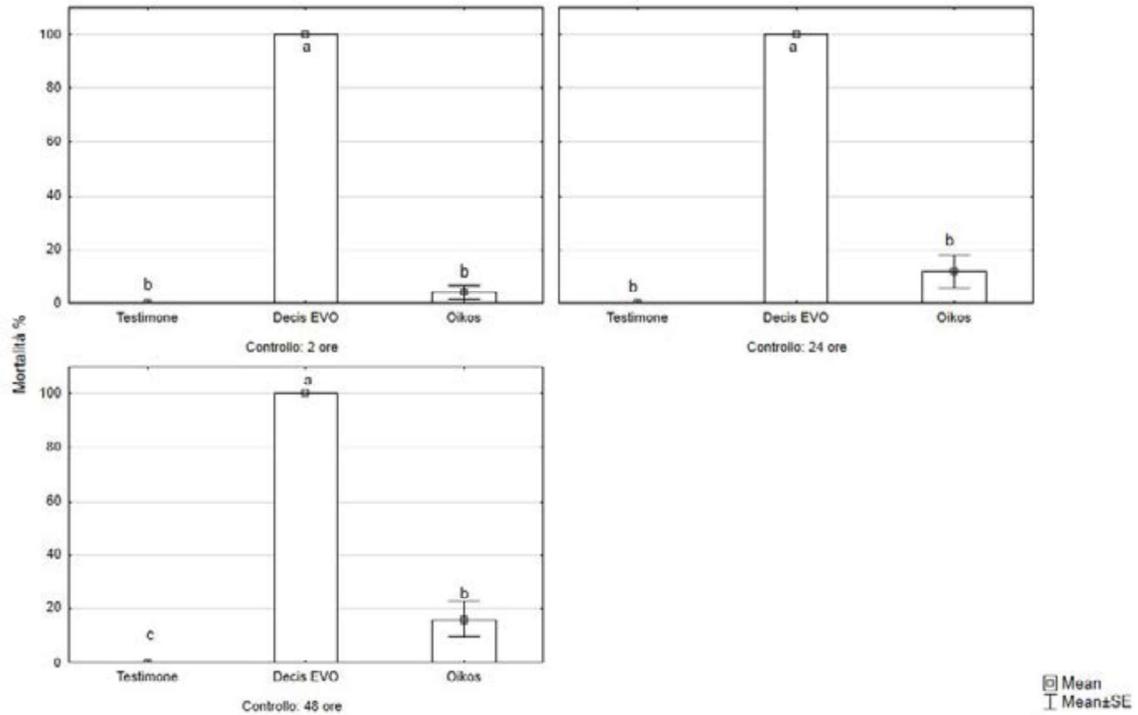
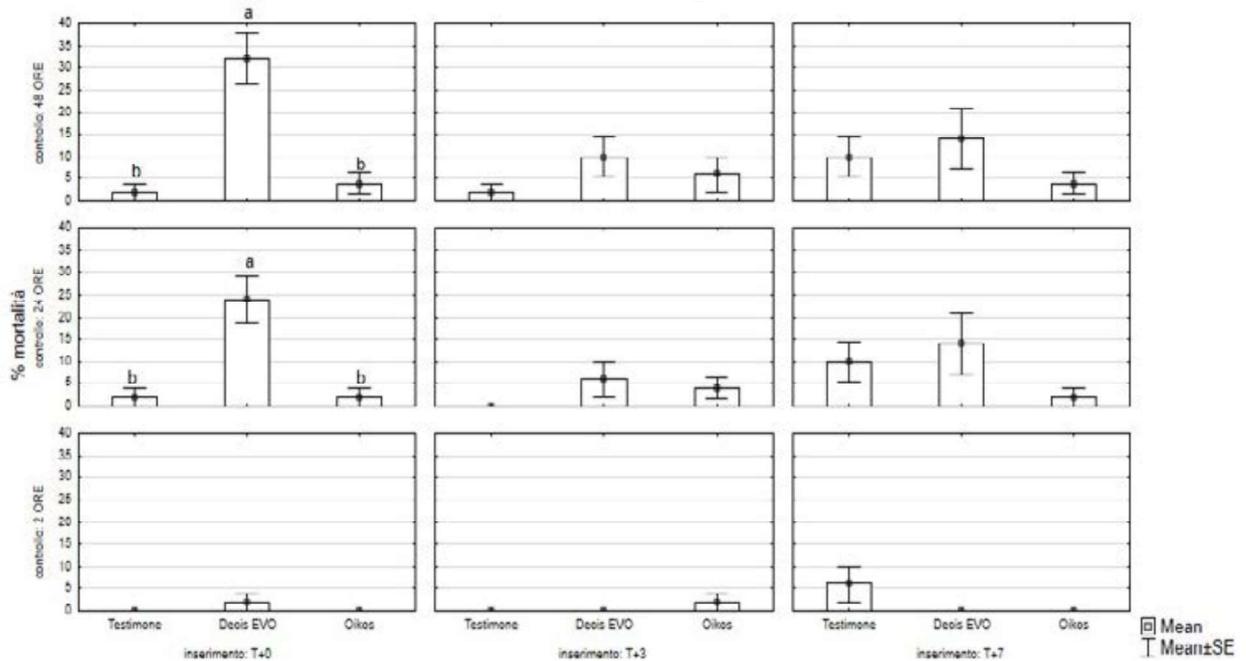


Figura 2. Grafici di mortalità per esposizione residuale (%) degli adulti di *A. mali* dopo 2, 24 e 48 dal trattamento e con inserimenti a T+0, T+3 e T+7 giorni.



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La diffusa recrudescenza degli attacchi di eriosoma e le restrizioni nel panorama dei mezzi tecnici a disposizione, anche nella prospettiva dell'uscita dal mercato di spirotetramat e delle incertezze sul futuro di pirimicarb, impongono una ridefinizione delle strategie aficide del melo e una attenta valutazione delle molecole. Nell'attuale disponibilità di principi attivi con un'efficacia secondaria verso afide lanigero si possono annoverare azadiractina, flupyradifurone, acetamiprid, sulfoxaflor (per cui è stata richiesta l'applicazione dell'art.53 del Reg. 1107/2009), olii e funghi entomopatogeni. Presupposto fondamentale sarà l'integrazione di tutti i mezzi tecnici a disposizione e un affinamento delle strategie in termini di timing applicativi e numero di interventi. Con il presente lavoro si è inteso, in tal senso, sperimentare nuovi posizionamenti di azadiractina nel controllo di afide lanigero. Nonostante vi sia una estesa bibliografia relativamente all'impatto dell'azadiractina nei confronti degli afidi, poche sono le informazioni nei confronti di *E. lanigerum*. La modalità di azione di regolatore di crescita (tipo IGR) è una caratteristica della molecola che potrebbe essere sfruttata nel controllo delle neanidi svernanti di afide lanigero in fase di migrazione, nel periodo post-fiorale, prima dello sviluppo in virginopare. Un altro vantaggio nell'utilizzo di azadiractina è l'azione sistemica, che, come altri composti del neem, dopo l'applicazione possono essere traslocati nelle piante e possono raggiungere parti vegetali non direttamente trattate (Bartelsmeier, 2021).

I livelli di presenza dell'afide lanigero erano da considerarsi significativi in tutte le annate di sperimentazione, come evidenziato dai livelli di infestazione registrati nelle parcelle testimone (oltre il 95% dei germogli colpiti nel 2023, l'80 nel 2022 e circa il 62% nel 2021). Dal percorso sperimentale triennale si è delineata una interessante azione di azadiractina nei confronti di *E. lanigerum*, con posizionamento in post-fioritura e all'interno di una strategia integrata basata su tre trattamenti aficidi. Inoltre, è emerso che l'aggiunta di Biolid UP in miscela aumenta ulteriormente l'efficacia, garantendo un controllo del fitomizo in linea con i referenti. Relativamente agli studi di laboratorio sulla mortalità dopo esposizione diretta e residuale di *A. mali*, Oikos si è dimostrato estremamente selettivo nei confronti del parassitoide. Questo aspetto risulta particolarmente importante nella definizione delle strategie di difesa insetticida nel periodo post-fiorale, momento nel quale compaiono i primi individui dell'utile.

LAVORI CITATI

- Asante S.K., 1995. Biological and ecological studies on the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) with reference to control. *Ph.D. thesis*, University of New England, Armidale.
- Baldessari M., Angeli G., 2018. Ulteriori indagini sull'efficacia di spirotetramat nei confronti degli afidi del melo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 141-150.
- Bartelsmeier I., (2021). Evaluation of azadirachtin used to protect plants against arthropod pests. PhD thesis, Wageningen University.
- Beers E. H., Cockfield S. D., Fazio G., 2007. Biology and management of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), in Washington state. *Bulletin IOBC/Wprs*, 30 (4), 37-42.
- Beers E.H., Cockfield S.D., Gontijo L.M., 2010. Seasonal phenology of woolly apple aphid (Homoptera: Aphididae) in Central Washington. *Environmental Entomology*, 39, 286-294.
- Brown W., Schmitt J., 1994. Population Dynamics of Woolly Apple Aphid (Homoptera: Aphididae) in West Virginia Apple Orchards. *Environmental Entomology*, 23, 1182-1188.

- Castellari P. L., 1967. Ricerca sulla etologia e sulla ecologia dell'*Eriosoma lanigerum* e del suo parassita *Aphelinus mali* in Emilia, con particolare riguardo agli effetti secondari della lotta chimica. *Boll. Ist. Entomol. Univ. Studi. Bologna*, 28, 177-231.
- Chiesa S., Corradini L., Baldessari M., Angeli G., 2019. Parasitization by *Aphelinus mali* on *Eriosoma lanigerum*: an IPM and Organic comparison. *PheroFIP 19: Joint Meeting of the IOBC/WPRS*, 194-196.
- Essig E., 1942. Woolly apple aphid infesting apple cores. *Journal of Economic Entomology*, 35, 281.
- Gontijo L.M., Cockfield S.D., Beers E.H., 2012. Natural enemies of woolly apple aphid (Hemiptera: Aphididae) in Washington State. *Environmental Entomology*, 41, 1364-1371.
- Goossens D., Bangels E., Belien T., Schoevaerts C., De Maeyer L., 2011. Optimal profit of the parasitization by *Aphelinus mali* in an IPM complementary strategy for the control of *Eriosoma lanigerum*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 76, 457-465.
- Hoyt S.C., Madsen H.F., 1960. Dispersal behavior of the first instar nymphs of the woolly apple aphid. *Hilgardia*, 30, 267-299.
- Madsen H., Bailey J., 1958. Woolly and green aphids. *California Agriculture*, 12, 14-16.
- Mordue A.J., Nisbet A., 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29, 615-632.
- Sparks T.C., Storer N., Porter A., Slater R., Nauen R., 2021. Insecticide resistance management and industry: the origins and evolution of the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) and the mode of action classification scheme. *Pest Manag. Sci.*, 77, 2609-2619.