

ATTIVITÀ COADIUVANTE DI SORBITAN MONO OLEATO ETOSSILATO: AZIONE SINERGIZZANTE E SELETTIVITÀ

M. BALDESSARI¹, D. BONDESAN¹, G. DALLAGO¹, A. NERINI²

¹ Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico - Via E. Mach 1
San Michele all'Adige 38010 (TN)

² Gowan Italia srl - Via Morgagni 68, Faenza (RA)
mario.baldessari@fmach.it

RIASSUNTO

Sono state condotte tre prove di campo per valutare un formulato a base di sorbitan mono oleato etossilato (Mago®). Nel 2018 è stata impostata una sperimentazione utilizzando il coadiuvante in miscela con i principali formulati diradanti del melo. Dai risultati è emersa una evidente azione di incremento di regolazione della carica dei frutti sia con singole applicazioni di fitoregolatori che in strategia combinata. Nel 2019 si è valutato il contributo di Mago nel contenimento dell'afide lanigero (*Eriosoma lanigerum*) se aggiunto in post-floritura ad una miscela di acetamiprid e fosmet. A fronte di un'elevata popolazione del fitomizo e di un ritardo nella sua comparsa, si è potuto notare un contributo significativo del bagnante nel suo controllo. Infine si sono esclusi possibili effetti fitotossici nell'utilizzo di Mago su melo con applicazioni in miscela complessa, saggiate a diverse concentrazioni.

Parole chiave: diradamento, afide lanigero, *Eriosoma lanigerum*, fitotossicità, Mago

SUMMARY

ADJUVANT ACTIVITY OF SORBITAN MONO OLEATE ETHOXYLATED: EFFICACY AND SELECTIVITY

Three efficacy trials were conducted in order to evaluate the product Mago®, based on sorbitan mono oleate ethoxylated. In 2018, a field trial was carried out using the adjuvant in mixture with the main apple thinning products. The results showed the action of Mago in increasing fruitlets thinning, in the different variations of thinning formulation. An apple-field trial was carried out to evaluate the contribution of adjuvant against woolly apple aphid when added to a post-flowering treatment based on acetamiprid and fosmet. The addition of sorbitan mono oleate increased the effectiveness of insecticides against *Eriosoma lanigerum*, as confirmed by statistical analysis. There were no phytotoxic effects on apple trees using the adjuvant, also in a complex mixture and at increasing concentrations.

Keywords: thinning, woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, phytotoxicity, Mago

INTRODUZIONE

I “coadiuvanti” sono sostanze di per sé prive di significativa attività biologica ma in grado di modificare il comportamento e/o le proprietà chimico-fisiche degli agrofarmaci, migliorandone l'efficacia (Hazen, 2000; Somervaille et al., 2018).

Da tempo essi sono ampiamente utilizzati in agricoltura, ma a seguito della entrata in vigore della “Linea Guida per l'autorizzazione all'immissione in commercio e all'impiego dei coadiuvanti di prodotti fitosanitari_rev0-CCPF06.02.2014” si è assistito ad una forte riduzione del numero di prodotti autorizzati in Italia (di 78 formulati autorizzati, solo 25 sono stati difesi nella fase di ri-registrazione, De Salvo e Amendola, 2015) e delle relative possibilità di associazione per via di maggiori restrizioni dettate dalla sopracitata linea guida a tutela della salute umana ed ambientale.

In questo contesto, la società Gowan Italia ha sviluppato il coadiuvante Mago® a base di sorbitan mono oleato etossilato (CAS 9005-65-6) appartenente agli esteri del sorbitano, famiglia chimica ampiamente usata fra i tensioattivi non ionici in diverse aree industriali, come detergente e come coadiuvante di prodotti fitosanitari.

Questa molecola è ottenuta da una reazione di esterificazione tra il sorbitolo, un alcool molto diffuso in natura e presente in molti frutti, e l'acido oleico, un acido grasso contenuto in molte piante da cui si ricava olio. Poiché la reazione di esterificazione ha luogo solo su alcuni gruppi ossidrilici, è possibile sfruttare i gruppi liberi -OH di ossido di etilene da aggiungere ad esso. La struttura molecolare del sorbitano mono oleato etossilato, consiste in una lunga catena alchilica (frazione idrofobica) collegata a un frammento di glucoside (testa idrofila); insieme all'assenza di carica elettrica, conferisce alla molecola le caratteristiche tipiche dei tensioattivi non ionici.

Mago riduce la tensione superficiale delle gocce aumentando la bagnabilità dello spray antiparassitario sulle piante e migliorandone l'adesività sulla foglia. La particolare formulazione permette inoltre di agire sulla dimensione stessa delle gocce incrementando il diametro medio volumetrico (VMD) e di conseguenza riducendo i fenomeni di deriva.

L'effetto combinato permette di incrementare l'efficienza della soluzione fitoiatrica attraverso un miglioramento del deposito sulla vegetazione e di ridurre la dispersione nell'ambiente dell'agrofarmaco.

Al fine di valutare l'azione coadiuvante di Mago sono state impostate diverse sperimentazioni, in miscela con vari agrofarmaci; nel presente lavoro si riportano i risultati di prove sull'utilizzo del sorbitan mono oleato etossilato nella gestione del diradamento chimico su melo e nella difesa aficida oltre ad una esperienza per la valutazione della selettività colturale.

MATERIALI E METODI

Prova diradamento

In un frutteto dell'azienda sperimentale Piovi della Fondazione Mach situato a Mezzocorona (Trento), nel 2018 è stata valutata l'azione coadiuvante di Mago in applicazioni di prodotti diradanti, come mostrato in tabella 1. I vari formulati o strategie sono stati saggiati da soli o in miscela con il bagnante, al fine di valutarne il reale contributo nella regolazione della carica di frutti. Sono stati considerati due momenti applicativi, corrispondenti rispettivamente ad un diametro medio dei frutticini di 4-6 mm per l'epoca A e 10-12 per l'epoca B. I principali fitoregolatori diradanti utilizzati su melo, quali l'amide dell'acido alfa-naftalenacetico (NAD), la 6-Benziladenina e l'acido naftilacetico, sono stati saggiati da soli o in miscela con Mago. Inoltre una strategia basata sull'utilizzo di 6-Benziladenina e NAA è stata saggiata con o senza l'aggiunta del bagnante ai singoli interventi nei due momenti applicativi. I trattamenti sono stati eseguiti con un atomizzatore sperimentale, adottando un volume di bagnatura di 15 hL/ha.

L'appezzamento, cultivar Royal Gala, allevato a Spindel e innestato su M9, è stato suddiviso secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, prevedendo 4 repliche per ciascuna tesi. Allo stadio di bottoni rosa (BBCH 57) sono stati cartellinati oltre 200 mazzetti floreali per ciascuna replica delle diverse strategie sperimentali a confronto. Alla fine di giugno, dopo la cascola naturale (BBCH 72), è stata valutata l'azione diradante controllando il numero di frutti allegati per mazzetto florale. Ulteriori valutazioni sono state eseguite alla raccolta, raccogliendo l'intera produzione di otto piante per tesi (due per replica), controllando il numero e il peso dei frutti per pianta.

Tabella 1. Prodotti saggiati

Sostanza attiva	Formulato	Dose (g o mL/ha)
Sorbitan mono oleato etossilato	Mago	1500
NAD	Amid Thin W	1200
6-Benziladenina	Separo	1000
NAA	Fitop 80	150

Prova su afide lanigero

Nel 2019 è stata eseguita una prova di pieno campo per valutare l'azione coadiuvante di Mago in miscela con aficidi postfiorali nel controllo dell'afide lanigero.

Eriosoma lanigerum (Hausmann) è un fitofago del melo che negli ultimi anni ha manifestato diffusamente una recrudescenza attribuibile ad una serie di concause, come ad esempio l'esclusione dalle linee di difesa degli organofosforati come clorpirifos. Inoltre le sempre più frequenti pullulazioni possono trovare spiegazione anche nella maggior sopravvivenza delle neanidi svernanti e nella mutata biologia dell'afide, in ragione della maggior frequenza di inverni miti.

Per i rilievi si è fatto riferimento alle specifiche procedure proposte dall'EPPO. L'efficacia delle strategie è stata stimata controllando 100 germogli in attivo accrescimento scelti a caso per ciascuna ripetizione. Oltre al numero di germogli infestati si è valutato un indice di infestazione basato su colonie normalizzate (Baldessari e Angeli, 2018), 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. Le colonie di afide lanigero sono state suddivise in tre classi come riportato in tabella 2. Le colonie di classe 1, tipiche dell'inizio infestazione, sono costituite da pochi individui e risultano più sensibili all'azione di controllo biologico. Per contro le colonie incluse in classe 3 descrivono un'infestazione più avanzata, con gli afidi protetti dalla tipica secrezione cerosa.

Tabella 2. Classi di normalizzazione delle colonie di afide lanigero

Classe	Numero di afidi	Descrizione colonie	Valore colonia normalizzata
0	0	-	0
1	1 - 5	neo-formate, facilmente parassitizzabili	1
2	6 - 20	medie, non completamente affermate	2
3	> 20	grandi, coperte di secrezione cerosa	3

Sono state poste a confronto con una tesi non trattata due strategie basate su trattamenti aficidi combinati pre e post fiorali (tabella 4). Trattamento comune a tutte le tesi chimiche a confronto è stato l'intervento a base di flonicamid (Teppeki) eseguito prima dell'inizio fioritura (A = stadio fenologico melo BBCH 59). A completa colatura fiori si è intervenuti con la miscela a base di acetamiprid + fosmet, ove l'aficida neonicotinoide era mirato contro afide grigio, mentre l'organofosforato verso afide lanigero. Al fine di aumentare l'azione verso le neanidi di *E. lanigerum*, in una strategia è stato aggiunto il bagnante Mago alla dose di 1,5

L/ha. Gli interventi insetticidi sono stati eseguiti utilizzando un atomizzatore sperimentale e curando la bagnatura della vegetazione, interessando anche la porzione basale del colletto.

Prova fitotossicità

Al fine di verificare la selettività colturale di Mago è stata eseguita una sperimentazione specifica sulla varietà sensibile Golden Delicious. In particolare i possibili effetti fitotossici del bagnante sono stati valutati con l'applicazione di una miscela complessa, con due insetticidi ed un fungicida, che poteva trovare collocazione in post-fioritura (tabella 5). Accanto ad una tesi testimone trattata con acqua, si sono previste tre strategie con la miscela applicata a diverse concentrazioni e conseguenti dosaggi ad ettolitro: volume normale, tre e cinque concentrazioni.

Per le valutazioni si è fatto riferimento alla specifica procedura proposta dall'EPPO: sono stati controllati 100 germogli in attivo accrescimento per tesi, valutando tutte le possibili alterazioni (ingiallimenti, clorosi, necrosi, ecc.) presenti sulle foglie, sia in termini di diffusione che di gravità. A fine giugno e alla raccolta sono inoltre stati controllati 200 frutti per tesi, stimando la possibile rugginosità o fitotossicità.

Analisi statistica

I dati relativi ai rilievi sul diradamento, al grado d'infestazione degli afidi e alla fitotossicità 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

Prova diradamento

La fioritura, abbondante ed omogenea, ha avuto un decorso molto veloce e caratterizzato da tempo stabile; lo stadio fenologico di piena fioritura si è raggiunto tra il 16 e il 18 aprile. Anche il successivo sviluppo dei frutticini è stato molto rapido, con un incremento giornaliero di circa 1 mm al giorno. Per questo motivo le applicazioni dei formulati diradanti, previste in due momenti distinti, sono risultate ravvicinate e rispettivamente il 23 aprile (epoca A) e il 28 aprile (epoca B). In tabella 3 sono riportati i risultati di efficacia delle strategie a confronto.

La valutazione del grado di allegagione dei mazzetti floreali segnati è stata svolta il 21 giugno, terminata la cascola naturale. Nelle parcelle non trattate si registrava una media di 2,49 frutti per mazzetto, statisticamente diversa da tutte le tesi a confronto. I migliori effetti diradanti si sono avuti con strategia combinata, basata sull'utilizzo di 6-benziladenina e NAA, con valore di 1,1 frutti/mazzetto con l'aggiunta di Mago, che ha aumentato l'efficacia diradante dei singoli formulati o delle strategie, ad eccezione del prodotto Separo.

Generalmente la cultivar Royal Gala necessita di due o tre stacchi, essenziali per raccogliere frutti di pezzatura e colore uniformi alle esigenze di mercato. Per motivi sperimentali è stato necessario eseguire un unico stacco, il 13 agosto, conteggiando i frutti per pianta e valutandone il peso.

Entrambe le valutazioni confermavano l'azione del bagnante in aggiunta ai formulati diradanti; esclusivamente nel caso della singola applicazione di 6-Benziladenina non si evidenziavano effetti migliorativi con l'aggiunta di Mago.

Tabella 3. Efficacia diradante espressa come frutti per mazzetto, frutti e peso per pianta

Formulato	Epoca trattamenti	N. frutti per mazzetto florale 21 giugno	N. frutti per pianta 13 agosto	kg frutti per pianta 13 agosto
Testimone	-	2,49 a**	259,8 a	35,9 a
Amid Thin W	A*	1,79 b	208,5 abc	32,1 ab
Amid Thin W + Mago	A	1,68 bc	177,1 bcd	32,8 ab
Separo	A	1,61 bcd	197,0 abc	30,8 ab
Separo + Mago	A	1,67 bc	228,8 ab	35,1 a
Separo / Fitop 80	A/B*	1,41 bcd	185,4 bcd	30,2 ab
Separo + Mago / Fitop 80 + Mago	A/B	1,10 d	131,4 d	24,5 b
Fitop 80	B	1,55 bcd	179,1 bcd	29,8 ab
Fitop 80 + Mago	B	1,34 cd	159,9 cd	28,3 ab

A*= diametro medio dei frutticini di 4-6 mm; B*= diametro medio dei frutticini di 10-12 mm

**per ciascun rilievo, lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative (test di Tukey test: $p \leq 0,05$)

Prova afide lanigero

Il frutteto scelto per la sperimentazione presentava un'infestazione diffusa e significativa di afide lanigero. Su tutte le piante erano presenti colonie alla base del colletto e sulla parte aerea in corrispondenza di tagli di potatura, cancri rameali e screpolature della corteccia.

Quella 2019 è stata, per le realtà frutticole del nord Italia, un'annata estremamente predisponente sia per l'afide grigio (*Dysaphis plantaginea*) che per *E. lanigerum*; le particolari condizioni climatiche del mese di maggio, con elevate precipitazioni associate a basse temperature, hanno rallentato la biologia del fitomizo, che però si è presentato con popolazioni significative soprattutto a partire da fine mese; nell'appezzamento sperimentale non si registrava pressoché infestazione a fine maggio, mentre al 10 di giugno circa il 40% dei germogli nelle parcelle non trattate risultavano colonizzati da afide lanigero. Al 19 giugno la percentuale era di oltre il 50% e non vi era parassitizzazione da parte di *Aphelinus mali*. A causa della ritardata migrazione delle neanidi di afide lanigero dai siti di svernamento verso la vegetazione, confermata da monitoraggio con fasce trappola, i trattamenti aficidi postfiorali hanno avuto un'azione parziale, essendo stati applicati circa un mese prima (7 maggio). Nella strategia basata sulla miscela acetamiprid + fosmet vi era un'infestazione del 37% dei germogli a fine giugno.

Tabella 4. Prodotti saggiati e risultati dei rilievi su afide lanigero effettuati in giugno

Sostanza attiva	Formulato commerciale	Dose (g o mL/ha)	Data trattam.	Germogli infestati (%)		Numero colonie normalizzate	
				10 giugno	19 giugno	10 giugno	19 giugno
Testimone	-	-	-	43 a*	53 a	102 a	188 a
Flonicamid	Teppeki	140	6/4	19 b	37 b	29 b	86 b
Acetamiprid + Fosmet	Epik SL Spada 50 WG	2000 1500	8/5				
Flonicamid	Teppeki	140	6/4	20 b	19 c	29 b	44 c
Acetamiprid + Fosmet + S. m. o. etoss.	Epik SL Spada 50 WG Mago	2000 1500 2500	8/5				

*per ciascun rilievo, lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative (test di Tukey test: $p \leq 0,05$).

I valori di efficacia risultano leggermente migliori se espressi come colonie normalizzate, che risultavano 86 rispetto a 188 nel testimone non trattato. L'aggiunta di Mago alla miscela ne ha aumentato significativamente l'efficacia nei confronti di afide lanigero, con valori di 19% di germogli infestati e 44 colonie normalizzate (tabella 4).

Fitotossicità

La fitotossicità sulle foglie era attribuibile prevalentemente ad imbrunimenti sulla pagina inferiore; non si sono riscontrate macchie necrotiche o fenomeni di filloptosi. I sintomi sono risultati comunque trascurabili, sia in termini di diffusione (% di foglie con fitotossicità) che di gravità (% superficie fogliare colpita) e non sono emerse differenze statistiche neanche con la parcella non trattata (tabella 5). Dai rilievi sui frutti, eseguiti a fine giugno e alla raccolta, non si sono evidenziati effetti fitotossici delle miscele in prova.

Tabella 5. Miscela utilizzata a diverse concentrazioni dei formulati e valori di fitotossicità su foglia rilevati il 14 maggio 2018

Tesi	Formulato commerciale	Conc.	Dose (g o mL/hL)	Data trattamento	% foglie con fitotossicità	% superficie fogliare colpita
1	Testimone	-	-	-	2 n.s. *	0,18 n.s.
2	Delan 70 WG +	1	50	7/5	1,8 n.s.	0,13 n.s.
	Spada 50 WG +		100			
	Confidor +		50			
	Mago		100			
3	Delan 70 WG +	3	150	7/5	1,5 n.s.	0,11 n.s.
	Spada 50 WG +		300			
	Confidor +		150			
	Mago		300			
4	Delan 70 WG +	5	250	7/5	1,7 n.s.	0,15 n.s.
	Spada 50 WG +		500			
	Confidor +		250			
	Mago		500			

*per ciascun rilievo, lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative (test di Tukey test: $p \leq 0,05$).

CONCLUSIONI

Mago è un coadiuvante a base di sorbitan mono oleato etossilato, che riduce la tensione superficiale della miscela antiparassitaria, favorendo una migliore copertura delle colture trattate e una maggior superficie di contatto del prodotto fitosanitario con l'organismo bersaglio. Inoltre l'incremento di efficacia del trattamento si spiega anche nella miglior resistenza al dilavamento e nelle minor perdite.

Nel presente lavoro vengono presentati i risultati di tre prove di campo finalizzate a valutare la selettività colturale e l'interazione con fitoregolatori e aficidi.

L'utilizzo di Mago in miscela con diradanti esplica un'azione sinergica, garantendo complessivamente un incremento nell'azione di regolazione della carica di frutti.

Risultati altrettanto interessanti si sono ottenuti utilizzando il formulato come coadiuvante in applicazioni aficide postfiorali, con un significativo incremento nel controllo dell'afide lanigero. La gestione degli afidi del melo si basa su interventi in fase prefiorale mirati al contenimento delle fondatrici di afide grigio (*D. plantaginea*), seguiti in post-fioritura da trattamenti che completano l'azione e svolgono un controllo verso l'afide lanigero. L'utilizzo di coadiuvanti in miscela con aficidi postfiorali, oltre ad aumentare l'assorbimento delle sostanze attive nei tessuti vegetali, potrebbe migliorare il raggiungimento delle colonie di afide lanigero grazie al potere adesivante e, attraverso l'aumento della persistenza, garantire un controllo più completo sulla fase scalare di migrazione delle neanidi (Pasqualini et al., 1997). Infine si sono esclusi effetti fitotossici su melo, applicando Mago in una miscela complessa (4 formulati) e utilizzando diversi volumi di distribuzione.

Dalle esperienze sperimentali emerge come il coadiuvante riesca a migliorare l'azione della sostanza attiva a cui è associato, aumentandone la persistenza di azione grazie alla maggiore adesività e resistenza al dilavamento. L'attività del formulato Mago potrebbe risultare particolarmente interessante nell'ottica della normativa sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, al fine di mitigare le limitazioni nell'uso e la progressiva riduzione delle sostanze attive e per fornire un contributo nella gestione della deriva (De Oliveira et al., 2013; Preftakes et al., 2019). In merito a quest'ultimo aspetto sono in corso specifiche indagini, che potrebbero aprire alla possibilità di utilizzare dosi minori di sostanza attiva e soprattutto di riduzione della distanza di sicurezza da adottare.

LAVORI CITATI

- Baldessari M., Angeli G., 2018. Ulteriori indagini sull'efficacia di spirotetramat nei confronti degli afidi del melo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 141-150.
- De Oliveira R., Antuniassi U., Mota A., Chechetto R., 2013. Potential of adjuvants to reduce drift in agricultural spraying. *Engenharia Agrícola* 33, 986-992.
- De Salvo A., Amendola G., 2015. Coadiuvanti di prodotti fitosanitari. *XI Convegno Attività dell'Amministrazione pubblica in materia di controllo dei prodotti fitosanitari e dei residui di fitofarmaci negli alimenti*, 19 Novembre 2015, Roma.
- Hazen J.L., 2000. Adjuvants: Terminology, classification, and chemistry. *Weed Technology*, 14, 773-784.
- Somervaille A., Betts G., Gordon B., Green V., Burgis M., Henderson R., 2018. Adjuvants - Oils, surfactants and other additives for farm chemicals. *Grains Research & Development Corporation*, 52.
- Preftakes C., Schleier J., Kruger G., Weaver D., Peterson R., 2019. Effect of insecticide formulation and adjuvant combination on agricultural spray drift. *PeerJ*, 7, 1-20.
- Pasqualini E., Vergnani S., Natale D., Civolani S., Accinelli G., 1997. Indagine sull'impiego di coformulanti per il contenimento dell'afide grigio su melo. *L'Informatore Agrario*, 26, 57-59.