

ATTIVITÀ SPERIMENTALE CONDOTTA CON UNA NUOVA FORMULAZIONE DI PYRAFLUFEN ETILE (10,6 G/L) PER IL CONTROLLO DI INFESTANTI A FOGLIA LARGA SU POMODORO

M. DRENI¹, T. POZZI², D. BARTOLINI³, R. FUSIELLO⁴, V. SERRATORE⁵,
F. GUASTAMACCHIA⁵, M. ALIQUÒ⁵, D. BITONTE⁵, A. GUARNONE⁵

¹ CIO, ² Agricola 2000, ³ Terremere Soc. Coop., ⁴ AgroService R&S,

⁵ Sipcam Italia, Via Sempione 195 - 20016 - Pero (MI)

fguastamacchia@sipcam.it

RIASSUNTO

La ridotta disponibilità di formulati registrati, le limitazioni sull'utilizzo del glifosate e l'uscita dal mercato dell'oxadiazon pongono il quesito su come impostare una valida strategia per il controllo delle infestanti nel pomodoro. In tali condizioni, si rende necessario un approccio agronomico innovativo nella gestione del diserbo di questa coltura, privilegiando strategie basate sull'impiego di prodotti ad azione di contatto. Pyraflufen è una sostanza attiva appartenente alla famiglia chimica dei fenilpirazoli, che presenta un'elevata attività dissecante di contatto, agendo come inibitore dell'enzima protoporfirinogeno ossidasi (PPO). Nel triennio 2015-2018-2019 è stata sperimentata una nuova formulazione di pyraflufen (Revolution®) per applicazioni in pre-trapianto o schermate in post-trapianto del pomodoro. Questa nuova formulazione, oltreché presentare una concentrazione diversa da quella attuale, contiene un coformulante di derivazione naturale, in grado di favorire l'efficienza della sostanza attiva. Nelle prove effettuate, il prodotto è stato posto a confronto con i migliori standard, dimostrandosi una valida alternativa soprattutto per il controllo di *Solanum nigrum*, infestante chiave e di difficile gestione nella coltura del pomodoro da industria.

Parole chiave: PPO, oxadiazon, *Solanum nigrum*, Revolution

SUMMARY

EXPERIMENTAL TRIALS CARRIED OUT WITH A NEW FORMULATION OF PYRAFLUFEN (10.6 G/L) FOR WEED CONTROL ON TOMATO CROPS

The limited availability of registered products, the limitations on the use of glyphosate and the phasing out of the market of the active ingredient oxadiazon raise the question on how to develop a strategy of an effective weed control in tomato crops. Under these circumstances it is necessary to develop an approach based on the application of contact products. Pyraflufen is an active substance belonging to the phenylpyrazole class that is highly effective as desiccant herbicide, which acts as inhibitor of protoporphyrinogen oxidase enzyme (PPO). From 2015 to 2019, a new herbicide (Revolution®), based on this active substance, was tested with shield applications in pre-transplanting and in post-transplanting of tomato crops. This new formulation has a different concentration with respect to the existing Evolution and contains a naturally-derived substance that makes the product more effective. In the tests, the product was compared with several standards, proving to be a valid alternative especially when used to control *Solanum nigrum*, which is a species difficult to control in tomato crops.

Keywords: PPO, weeds, oxadiazon, *Solanum nigrum*, Revolution

INTRODUZIONE

La disponibilità di sostanze attive erbicide per il diserbo del pomodoro da industria è sempre stata abbastanza limitata. Di recente si è unita anche la limitazione sui quantitativi di glifosate impiegabili per ettaro all'anno, soprattutto per le aziende che aderiscono alle misure volontarie dei Piani di sviluppo rurali regionali. In tutto questo già difficile contesto, le recenti revisioni comunitarie degli agrofarmaci hanno portato all'esclusione di un principio attivo cardine per il controllo delle malerbe di questa coltura. Nella campagna 2020 non sarà più autorizzata la commercializzazione dell'erbicida oxadiazon, il cui impiego in azienda agricola è tuttavia ammesso fino al 30 giugno; tale sostanza attiva, caratterizzata da attività residuale, è stata finora standard di riferimento per il controllo di numerose infestanti e, soprattutto, del *Solanum nigrum*, una malerba appartenente alla medesima famiglia botanica della coltura. Le strategie adottate per il contenimento di questa malerba hanno, da sempre, reso difficile la gestione agronomica del pomodoro, rendendo, talvolta, necessari anche interventi di post-emergenza.

In questo contesto si è ritenuto opportuno sperimentare l'efficacia e la selettività sulla coltura del pomodoro della sostanza attiva pyraflufen, adottando un approccio agronomico innovativo, basato su un intervento effettuato immediatamente prima del trapianto al fine di eliminare le plantule delle infestanti già emerse. Inoltre, ricorrendo ai principi dell'"agricoltura di precisione" si è inteso verificare, anche, la possibilità di applicazione dello stesso prodotto in interventi di post-trapianto, mediante l'impiego di schermature. Si è studiata, pertanto, un'alternativa al prevalente diserbo residuale della coltura, a vantaggio dell'utilizzo di prodotti di contatto applicati in pre o post-trapianto.

Pyraflufen è un erbicida inibitore dell'enzima protoporfirinogeno IX ossidasi (PPO), registrato in Italia nel 2012 (Querzola et al., 2010), caratterizzato da un'energica azione sulle infestanti soprattutto dicotiledoni come il *S. nigrum* (Querzola et al., 2012). La stessa sostanza è già ampiamente utilizzata per il diserbo schermato nell'interfila di alcune colture orticole come il carciofo. Pyraflufen ha recentemente ottenuto il rinnovo dell'iscrizione in Europa, ai sensi della normativa 1107/2009 e la nuova data di scadenza per la sua approvazione è il 31 marzo 2031.

La formulazione attualmente presente sul mercato (Evolution), contenente 26,5 g/L di pyraflufen, in precedenti sperimentazioni, ha mostrato di avvantaggiarsi nell'efficacia quando viene addizionata di olio minerale. È altresì in avanzato stadio di sviluppo una formulazione innovativa (Revolution) in cui viene modificata la concentrazione (10,6 g/L), contenente un nuovo coformulante di origine naturale, oltre al coadiuvante specifico. La funzione di questo nuovo componente è quella di agire come co-solvente, ma anche come bagnante e penetrante, migliorando l'attività erbicida rispetto alla formulazione attualmente autorizzata. Il nuovo formulato, inoltre, è caratterizzato da un migliore profilo tossicologico, dall'abbattimento dell'odore sgradevole e dalla possibilità di miscelazione con qualunque altro erbicida, anche graminicida. Una novità fondamentale che caratterizzerà ancor di più l'etichetta del nuovo formulato rispetto al precedente è l'estensione su nuove colture quali agrumi, frutta a guscio e pomodoro.

L'obiettivo delle prove presentate in questo lavoro è stato quello di confrontare la nuova formulazione con standard similari, soprattutto per il controllo dell'infestante chiave *S. nigrum*, alla luce del mancata disponibilità dell'oxadiazon e delle limitazioni di impiego del glifosate.

MATERIALI E METODI

Le prove di efficacia sono state eseguite da varie strutture in diverse località e nelle fasi indicate nella tabella 1.

Tabella 1. Prove ed epoche d'intervento

N°	Centro di Saggio	Località	Anno	Fase
1	Agricola 2000	Liscate (MI)	2018	Pre-trapianto
2	CIO	Podenzano (PC)	2019	Pre-trapianto
3	Terremerse Soc. Coop.	Campiano (RA)	2015	Post-trapianto
4	AgroService R&S	Manfredonia (FG)	2015	Post-trapianto

I prodotti esaminati nelle prove sono indicati in tabella 2.

Tabella 2. Prodotti utilizzati nella sperimentazione

Prodotto formulato	Sostanza attiva	Concentrazione
Revolution	Pyraflufen	10,6 g/L
Most Micro	Pendimetalin	365 g/L
Stomp Aqua	Pendimetalin	455 g/L
Song 70 WDG	Metribuzin	70%
Ronstar FL	Oxadiazon	380 g/L
Reglone W	Diquat	200 g/L
Buggy TF	Glifosate	360 g/L

Prova n° 1 - 2018

La prova è stata condotta su pomodoro da industria della varietà Heinz 1301, trapiantato il giorno 2/5/2018 con sesto d'impianto 1,5 m x 0,2 m. Prima del trapianto era stata eseguita la preparazione del terreno con un'aratura e un'erpicazione nel mese di aprile. Il protocollo prevedeva un unico intervento, eseguito il giorno prima del trapianto (tabella 3).

Tabella 3. Protocollo della prova n° 1 riguardante il diserbo pre-trapianto del pomodoro da industria (Agricola 2000, Liscate MI)

Formulato	Dose (g/ha s. a.)	Volume (L/ha)	Date di impiego	Infestanti presenti
Testimone				<i>Solanum nigrum</i> <i>Abutilon theophrasti</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Panicum dichotomiflorum</i>
Pyraflufen 10,6 g/L + Pendimetalin 365 g/L Metribuzin 70%	21,2 730 175	300	A) 01 maggio	

Le parcelle trattate ed il testimone non trattato sono state disposte secondo un disegno a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni.

Per il trattamento è stata impiegata una lancia manuale alimentata da una pompa a zaino Honda irrorando 300 litri di soluzione ad ettaro. Il rilievo per verificare l'efficacia è stato eseguito stimando la percentuale di controllo rispetto al testimone non trattato. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e al test di Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$).

Prova n° 2 - 2019

La prova è stata condotta a Podenzano (PC) su pomodoro da industria della varietà Heinz 1301, trapiantato il giorno 30/4/2019 con sesto d'impianto 1,5 m x 0,2 m. Prima del trapianto

era stata eseguita la preparazione del terreno con un'aratura e un'erpicazione nel mese di marzo. Il protocollo prevedeva un unico intervento eseguito il giorno prima del trapianto per la tesi in cui era presente il pyraflufen e due interventi eseguiti un mese prima e cinque giorni prima del trapianto nella tesi in cui era presente l'oxadiazon come da tabella 4.

Tabella 4. Protocollo della prova n° 2 riguardante il diserbo pre-trapianto del pomodoro da industria (Consorzio Interregionale Ortofrutticoli, Podenzano PC)

Industria (Consorzio Interregionale Ortofrutticoli, Pechenano - C)				
Formulato	Dose (g/ha s. a.)	Volume (L/ha)	Date di impiego	Infestanti presenti
Testimone	-	-	-	<i>Solanum nigrum</i> <i>Sorghum halepense</i> <i>Fumaria officinalis</i>
Pyraflufen 10,6 g/L+	10,6	300	C) 29 aprile	
Pendimetalin 365 g/L +	730			
Metribuzin 70%	140			
A - (Oxadiazon 380 g/L +	570	300	A) 29 marzo	
Pendimetalin 455 g/L +	682,5			
Metribuzin 70%	140		B) 25 aprile	
B - Glifosate 360 g/L	1800			

Le parcelle trattate ed il testimone non trattato sono state disposte secondo un disegno a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni.

Per il trattamento è stata impiegata una lancia manuale alimentata da una pompa a zaino Maruyama, irrorando 300 litri di soluzione ad ettaro. Il rilievo sull'efficacia è stato eseguito contando il numero di piante presenti in ogni ripetizione e il dato è stato espresso come numero di piante medio presente per tesi. I dati ottenuti sono stati sottoposti al test di Scott Knott ($p \leq 0,01$).

Prova n° 3 - 2015

La prova è stata realizzata su pomodoro da industria della varietà Fonzix, trapiantato il giorno 14/4/2015 con sesto d'impianto 1,5 m x 0,3 m. Prima del trapianto era stata eseguita la preparazione del terreno con un'aratura e un'erpicazione nel mese di marzo. Il protocollo prevedeva un unico intervento schermato tra le file in post-trapianto eseguito a distanza di due mesi e sei giorni dal trapianto come da tabella 5.

Tabella 5. Protocollo della prova n° 3 riguardante il diserbo post-trapianto schermato del pomodoro da industria (Terremerse Soc. Coop., Campiano RA)

Formulato	Dose (g/ha s. a.)	Volume (L/ha)	Date di impiego	Infestanti presenti
Testimone				<i>Solanum nigrum</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Chenopodium album</i>
Pyraflufen 10,6 g/L	10,6	400	A) 19 giugno	
Pyraflufen 10,6 g/L	21,2			
Diquat 200 g/L	400			

Le parcelle trattate ed il testimone non trattato sono state disposte secondo un disegno a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni.

Per il trattamento è stata impiegata una barra schermata manuale alimentata da anidride carbonica con ugello a ventaglio Teejet XR110VS, irrorando 400 litri di soluzione ad ettaro alla pressione di 1,4 bar. Il rilievo relativo all'efficacia è stato eseguito stimando la percentuale di

controllo rispetto al testimone non trattato. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e al test di Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$).

Prova n° 4 - 2015

La prova è stata condotta su pomodoro da industria della varietà Komolix, trapiantato il giorno 20/5/2015 con sesto d'impianto 1,8 m x 0,4 m. Prima del trapianto era stata eseguita la preparazione del terreno con un'aratura e un'erpatura nel mese di aprile. Il protocollo di prova prevedeva un unico intervento schermato tra le file in post-trapianto, eseguito a distanza di dieci giorni dal trapianto (tabella 6).

Tabella 6. Protocollo della prova n° 4 riguardante il diserbo post-trapianto schermato del pomodoro da industria (Agroservice R&S, Manfredonia FG)

Formulato	Dose (g/ha s.a.)	Volume (L/ha)	Date di impiego	Infestanti presenti
Testimone				<i>Solanum nigrum</i> <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Portulaca oleracea</i>
Pyraflufen 10,6 g/L	10,6	400	A) 30 maggio	
Pyraflufen 10,6 g/L	21,2			
Glifosate 360 g/L	1080			

Le parcelle trattate ed il testimone non trattato sono state disposte secondo un disegno a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni.

Per il trattamento è stata impiegata una barra schermata manuale alimentata ad anidride carbonica con ugello a ventaglio Teejet AI110015VS irrorando 400 litri di soluzione ad ettaro alla pressione di 3 bar. Il rilievo inerente l'efficacia è stato eseguito stimando la percentuale di controllo rispetto al testimone non trattato. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e al test di Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$).

RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati delle prove di campo descritte.

Prova n° 1 - 2018

Tabella 7. Risultati dopo l'applicazione (A=1 maggio) della prova n° 1 riguardante il diserbo pre-trapianto del pomodoro da industria (Agricola 2000, Liscate MI)

Prodotto formulato	% disseccamento infestanti al 6 giugno (A+36 gg)				% disseccamento infestanti al 26 giugno (A+56 gg)			
	SOLNI	ABUTH	PANDI	POROL	SOLNI	ABUTH	PANDI	POROL
Testimone (n° piante medio per ripetizione)	32 b*	15 b	7 b	37 b	53 b	42 b	13 b	53 b
Pyraflufen 10,6 g/L + Pendimetalin 365 g/L + Metribuzin 70%	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

*I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di SNK per $p \leq 0,05$

Legenda infestanti: SOLNI=*Solanum nigrum*, ABUTH=*Abutilon theophrasti*, PANDI=*Panicum dactyloides*, POROL=*Portulaca oleracea*

In questa prova l'applicazione della miscela complessa contenente il pyraflufen in pre-trapianto, ha fatto registrare un completo disseccamento delle infestanti presenti, garantendone un controllo totale fino a due mesi dall'applicazione (tabella 7). Non sono stati evidenziati fenomeni di fitotossicità sulla coltura benché il trapianto sia stato effettuato il giorno successivo al trattamento.

Prova n° 2 - 2019

Tabella 8. Risultati dopo le applicazioni (A=29 marzo, B=25 aprile, C=29 aprile) della prova n° 2 riguardante il diserbo pre-trapianto del pomodoro da industria (CIO, Podenzano PC)

Prodotto formulato	n° piante medio per ripetizione al 23 maggio (A+55 gg, B+28 gg, C+24 gg)			n° piante medio per ripetizione al 03 giugno (A+66 gg, B+39 gg, C+35 gg)		
	SOLNI	SORHA	FUMOF	SOLNI	SORHA	FUMOF
Testimone (n° piante medio per ripetizione)	28 b*	57,7 b	1,3 a	33 b	101,3 b	2 a
Pyraflufen 10,6 g/L + Pendimetalin 365 g/L + Metribuzin 70%	2,3 a	17 a	0 a	2,7 a	22,7 a	0 a
(Oxadiazon 380 g/L + Pendimetalin 455 g/L + Metribuzin 70% Glifosate 360 g/L	1 a	7,3 a	0 a	1,7 a	10 a	0 a

*I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di Scott Knott per $p \leq 0,01$ Legenda infestanti: SOLNI=*Solanum nigrum*, SORHA=*Sorghum halepense*, FUMOF=*Fumaria officinalis*

In questa prova si è potuto osservare che l'efficacia nei confronti di *S. nigrum* della tesi con un singolo intervento, della miscela con pyraflufen, non differisce significativamente da quella della tesi con il doppio intervento, contenente anche oxadiazon. Su *Sorghum halepense*, benché l'analisi statistica non evidenzi differenze significative, la tesi con pyraflufen è tendenzialmente meno efficace data la sua attività prevalente sulle infestanti dicotiledoni (tabella 8). Differenze non significative si sono avute anche in relazione alla *Fumaria officinalis*. Non sono stati evidenziati fenomeni di fitotossicità sulla coltura trapiantata su nessuna delle tesi oggetto della sperimentazione.

Prova n° 3 - 2015

Tabella 9. Risultati dopo l'applicazione (A=19 giugno) della prova n° 3 riguardante il diserbo post-trapianto schermato del pomodoro da industria (Terremere Soc. Coop., Campiano RA)

Prodotto formulato	% disseccamento infestanti al 26 giugno (A+7 gg)				% disseccamento infestanti al 06 luglio (A+17 gg)			
	SOLNI	AMARE	CHEAL	POROL	SOLNI	AMARE	CHEAL	POROL
Testimone (copertura % media per ripetizione)	15 b*	20 b	15 b	35 b	15 b	20 b	15 b	35 b
Pyraflufen 10,6 g/ha	100 a	99,5 a	99,8 a	100 a	100 a	99,5 a	97,8 a	100 a
Pyraflufen 21,2 g/ha	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Diquat 200 g/L	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di SNK per $p \leq 0,05$ Legenda infestanti: SOLNI=*Solanum nigrum*, AMARE=*Amaranthus retroflexus*, CHEAL=*Chenopodium album*, POROL=*Portulaca oleracea*

In questa prova, le tre tesi testate mediante applicazione schermata in post trapianto, con singolo intervento hanno fornito un controllo totale di tutte le infestanti dicotiledoni presenti nel testimone non trattato: *S. nigrum*, *A. retroflexus*, *C. album*, *P. oleracea*. I risultati ottenuti non hanno evidenziato un effetto dose nelle due tesi trattate con pyraflufen.

Prova n° 4 - 2015

Tabella 10. Risultati dopo l'applicazione (A=30 maggio) della prova n° 4 riguardante il diserbo post-trapianto schermato del pomodoro da industria (Agroservice R&S, Manfredonia FG)

Prodotto formulato	% disseccamento infestanti al 20 giugno (A+21)			% disseccamento infestanti al 04 luglio (A+35 gg)		
	SOLNI	AMARE	POROL	SOLNI	AMARE	POROL
Testimone (n° piante medio per ripetizione)	4 b*	1 b	29 b	4 b	2 b	33 b
Pyraflufen 10,6 g/ha	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Pyraflufen 21,2 g/ha	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Glifosate 360 g/L	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di SNK per $p \leq 0,05$

Legenda infestanti: SOLNI=*Solanum nigrum*, AMARE=*Amaranthus retroflexus*, POROL=*Portulaca oleracea*

Anche in questa prova l'efficacia delle soluzioni utilizzate con schermatura in post trapianto, mediante singolo intervento, è stata completa nei confronti di tutte le malerbe presenti (*S. nigrum*, *A. retroflexus* e *P. oleracea*), senza, quindi, alcun effetto dose tra le due tesi trattate con pyraflufen. Non sono stati evidenziati fenomeni di fitotossicità sulla coltura trapiantata su nessuna delle tesi della sperimentazione.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Pyraflufen, nella formulazione sperimentale Revolution®, caratterizzata da una concentrazione di 10,6 g/L e da nuovi coadiuvanti e coformulanti, negli studi presentati in questo lavoro ha dimostrato di svolgere una rapida ed ottimale attività di disseccamento delle infestanti dicotiledoni presenti nelle prove. Il prodotto ha controllato perfettamente lo sviluppo di diverse specie dicotiledoni, tra cui *S. nigrum*, infestante chiave della coltura del pomodoro, *A. retroflexus*, *C. album*, *P. oleracea*, *A. theophrasti* e *F. officinalis*. L'applicazione di pyraflufen in miscela con altre sostanze attive erbicide caratterizzate da differente spettro di azione, permette di tenere sotto controllo anche le specie infestanti monocotiledoni, quali *S. halepense* da seme e *Panicum dichotomiflorum*.

Nel controllo di *S. nigrum*, l'applicazione eseguita in pre-trapianto non ha evidenziato differenze significative rispetto alla miscela contenente oxadiazon, evidenziando la possibilità di sostituzione di questa sostanza non più in commercio mediante pyraflufen, negli impieghi del prodotto utilizzato da solo o in miscela con altri erbicidi in grado di completarne lo spettro di azione.

Il nuovo formulato ha altresì evidenziato un'elevata selettività in tutte le condizioni applicative, compresi gli interventi effettuati il giorno prima del trapianto stesso, con grande

facilitazione di impiego nella gestione della coltura da parte dell'agricoltore, sia rispetto agli impieghi di prodotti residuali come oxadiazon, sia rispetto agli erbicidi a base di glifosate, da utilizzare, quest'ultimo, con molta cautela nelle applicazioni in pre-trapianto della coltura.

Negli interventi di post-trapianto, su infestanti dicotiledoni, pyraflufen ha permesso di ottenere gli stessi risultati forniti dagli erbicidi ad azione totale, quali diquat e glifosate, dimostrandosi altrettanto valido nelle applicazioni mediante schermatura. Tale metodologia applicativa potrebbe favorire lo sviluppo di tecniche di controllo proprie dell'agricoltura di precisione, con trattamenti localizzati, sull'interfila, limitatamente alle aree con presenza di piante infestanti. Nelle applicazioni localizzate di post trapianto Revolution può essere miscelato con graminicidi specifici in modo da completarne lo spettro di azione, senza alcuna interferenza sul grado di attività erbicida (Sipcam Italia, 2018 dati non pubblicati).

LAVORI CITATI

- Querzola P., Romanini M., Pacini A., Capella A., Myrta A., Pianella F., 2010. Pyraflufen-ethyl (OS-169), nuovo erbicida spollonante, dissecante. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 355-362.
- Querzola P., Abbiati C., Bellotto D., Guastamacchia F., Capella A., 2012. Evolution® (pyraflufen-ethyl): caratterizzazione dell'attività erbicida sulle principali infestanti dicotiledoni dei fruttiferi e della vite. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 637-645.