

PYRAFLUFEN-ETHYL (PIRAMAX EC): ATTIVITÀ E SELETTIVITÀ, PER IMPIEGO SU SOIA, NEL CONTROLLO DI INFESTANTI DICOTILEDONI, COMPRESO AMARANTO RESISTENTE

D. BARTOLINI¹, A. ARBIZZANI²

¹Terremerse Soc. Coop. - Via Cà del Vento 21, 48012 Bagnacavallo (RA)

²Certis europe B.V. - Via Josèmaria Escrivà de Balaguer 6, 21047 Saronno (VA)

arbizzani@certiseurope.com

RIASSUNTO

Nel biennio di sperimentazione 2014-2015 è stata valutata la selettività e l'efficacia erbicida di pyraflufen-ethyl in applicazioni di post-emergenza della soia per il controllo delle più comuni infestanti dicotiledoni, comprese popolazioni di *Amaranthus retroflexus* resistenti agli erbicidi con meccanismo d'azione inibente l'enzima ALS (acetato lattato sintetasi). Pyraflufen-ethyl, nelle differenti combinazioni di trattamento, ha provocato iniziali evidenti ustioni fogliari e riduzioni di sviluppo delle piante di soia, con tuttavia sintomatologia finale simile a quella determinata dalla miscela standard di riferimento imazamox + thifensulfuron-methyl. Per quanto concerne l'efficacia erbicida pyraflufen-ethyl ha esercitato un ottimo controllo di *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum* ed *Amaranthus retroflexus*, comprese le popolazioni non più sensibili alla miscela di imazamox + thifensulfuron-methyl. Meno completo è apparso il contenimento delle infestazioni di *Chenopodium album* e soprattutto di *Polygonum lapathifolium*, con un miglioramento dell'efficacia nel caso di addizione estemporanea di altri erbicidi utilizzati in post-emergenza della coltura oleaginosa.

Parole chiave: selettività, *Amaranthus*, resistenze

SUMMARY

PYRAFLUFEN-ETHYL (PIRAMAX EC): ACTIVITY AND SELECTIVITY IN THE CONTROL OF DICOT WEEDS OF SOYBEAN, INCLUDING RESISTANT AMARANTHUS

In the years 2014-2015, the herbicidal effectiveness and the selectivity of pyraflufen-ethyl were evaluated in post-emergence applications for the control of the main dicot weeds of soybean, including populations of *Amaranthus retroflexus* resistant to compounds belonging to the ALS. In different combinations of treatments, pyraflufen-ethyl caused burnings and reductions of development of soybean plants, but, in the last assessment these symptoms had recovered and the final results were similar to the standard reference imazamox + thifensulfuron-methyl. Regarding the herbicide effectiveness, pyraflufen-ethyl showed good control of *Solanum nigrum* and *Amaranthus retroflexus*, including populations no longer sensitive to the mixture of imazamox + thifensulfuron-methyl. The results showed that it is possible to improve the control of *Chenopodium album* and *Polygonum lapathifolium* by including pyraflufen-ethyl in tank mix with other active ingredients allowed on soybean.

Keywords: selectivity, *Amaranthus*, resistance

INTRODUZIONE

Il controllo delle infestanti della soia negli anni ha subito un graduale spostamento da interventi preventivi di pre-emergenza ad unici o frazionati trattamenti di post-emergenza, effettuati generalmente dopo un primo azzeramento delle infestazioni con applicazioni in pre-semina di formulati a base di glifosate.

Negli ultimi anni si assiste purtroppo a sempre crescenti segnalazioni di popolazioni di *Amaranthus* spp. non più sensibili agli erbicidi, che agiscono inibendo l'enzima acetolattato sintetasi (ALS), quali imazamox e thifensulfuron-methyl, che rappresentano tuttora i principi attivi cardine nei programmi di diserbo della oleaginosa (Scarabel, 2007).

Al fine di limitare l'espansione di questi pericolosi fenomeni, in alternativa alla rivalutazione dei tradizionali interventi di pre-emergenza con erbicidi ad azione residuale, diventa necessario individuare principi attivi dotati di specifica attività nei confronti delle specie amarantacee in particolare ed in grado, nel contempo, di esercitare un'efficacia anche sulle altre specie dicotiledoni o di poter essere addizionate di altri formulati in grado di allargare al massimo lo spettro d'azione (Campagna, 2014).

Dovendo necessariamente ricorrere all'impiego di erbicidi con meccanismo d'azione differente dall'inibizione dell'enzima ALS, a fianco dell'impiego di bentazone e bifenox si pone con estremo interesse l'utilizzo di dosi estremamente ridotte di pyraflufen-ethyl, caratterizzato da specifica azione di contatto e per ora autorizzato per il controllo delle infestanti e dei polloni degli impianti frutticoli e della vite e per il disseccamento in pre-raccolta della patata (Querzola, 2010).

MATERIALI E METODI

Le prove sono state effettuate in due distinti areali della pianura padana, la prima su terreno tendenzialmente sciolto e la seconda su suolo organico in cui era già stata accertata la presenza di popolazioni di *Amaranthus retroflexus* resistente al meccanismo d'azione ALS. In entrambe le annate i trattamenti diserbanti sono stati effettuati su coltura e infestanti nei primi stadi di sviluppo utilizzando una barra manuale portata munita di ugelli a ventaglio Teejet XR110 VS con un volume di irrorazione pari a 250 L/ha alle date riportate in tabella 1.

Tabella 1. Descrizione delle prove (località, varietà soia, epoche trattamenti)

Prova	Anno	Località	Data semina	Varietà soia	Epoche di applicazione e stadio di sviluppo coltura	
					T1	T2
1	2014	Lido di Dante (RA)	18/4/2014	Suedina	19/5/14 (BBCH 10-11)	27/5/14 (BBCH 11)
2	2015	Argenta (FE)	20/5/2015	PR92M10	9/6/15 (BBCH 11)	12/6/15 (BBCH 12)

Le parcelle elementari presentavano dimensioni variabili da 20 m² (m 2,5 x 8) nel 2014 a 15 m² (m 2,5 x 6) nel 2015 e lo schema adottato è stato il blocco randomizzato con 4 ripetizioni. I formulati utilizzati nei due anni di sperimentazione sono riportati in tabella 2.

Tabella 2. Formulati commerciali utilizzati nelle prove

Formulato commerciale	Principio attivo	Contenuto principio attivo
Piramax EC	Pyraflufen-ethyl	26,5 g/L
Basagran SG	Bentazone	870 g/kg
Stratos	Cycloxydim	200 g/L
Tuareg	Imazamox	40 g/L
Harmony 50 SX	Thifensulfuron-methyl	500 g/kg
Corum	(Imazamox + bentazone)	(22,5 g/L + 480 g/L)
Dash HC	Miscela di metil-oleato e metil palmitato	348,75 g/L
Eko Oil Spray	Olio minerale paraffinico	820 g/L

La selettività nei confronti della coltura è stata valutata mediante periodici rilievi visivi utilizzando una scala 0-100 (0 = assenza di sintomi; 100 = coltura completamente distrutta) con annotazione dei differenti tipo di sintomatologia osservata. L'efficacia erbicida, espressa in percentuale di attività devitalizzante sulle singole specie infestanti, è stata determinata a distanza di circa un mese dai trattamenti erbicidi, epoca in cui si era estrinsecata la completa azione degli erbicidi utilizzati.

Decorso climatico

Nonostante le relativamente ridotte precipitazioni del periodo immediatamente successivo alla semina del 2014, molto anticipate sono risultate le emergenze delle infestanti, sia graminacee che dicotiledoni. Il periodo di esecuzione dei trattamenti è stato caratterizzato inizialmente da ridotte piogge, che tuttavia non hanno determinato ostacoli al normale sviluppo sia della coltura che delle malerbe. Le temperature sia minime che massime si sono mantenute costantemente al di sotto delle medie stagionali.

Il decorso stagionale del periodo di esecuzione della prova dell'anno 2015 è stato caratterizzato da una favorevole piovosità dopo le operazioni di semina, che ha permesso una rapida ed uniforme germinazione e primo sviluppo della coltura e delle infestanti. Dopo un breve periodo siccitoso della prima decade di giugno, nella settimana successiva al completamento dei programmi di diserbo si sono verificate ulteriori piogge, che hanno mantenuto la coltura in ottimali condizioni vegetative. Particolarmente siccitoso è risultato, per contro, il successivo mese di luglio. Le temperature sia minime che massime si sono mantenute su valori prossimi alle medie stagionali.

Tabella 3. Codice infestanti rilevate nelle prove e n° piante/m² nelle parcelle testimoni

Codice	Nome comune	2014	2015
ECHCG	<i>Echinochloa crus-galli</i>	19,7	24,75
SETSS	<i>Setaria</i> spp.	12,2	-
DIGSA	<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	13,5
AMARE	<i>Amaranthus retroflexus</i>	4,00	8,5
CHEAL	<i>Chenopodium album</i>	8,6	7,0
SOLNI	<i>Solanum nigrum</i>	11,3	-
POROL	<i>Portulaca oleracea</i>	17,3	17,7
POLLA	<i>Polygonum lapathifolium</i>	7,8	-

RISULTATI

1° prova (tabelle 4 e 5)

Il campo sperimentale risultava notevolmente infestato dalle graminacee *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* ssp. e dalle dicotiledoni *Solanum nigrum* e *Portulaca oleracea*, mentre inferiore, ma significativa, è apparsa la presenza di *Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium album* ed *A. retroflexus* (tabella 3). Le applicazioni a differenti dosaggi di pyraflufen-ethyl sono state seguite da un trattamento specifico con cycloxydim per il controllo delle infestanti graminacee

Tabella 4. 1° prova – Anno 2014 – Fitotossicità dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dose (g/ha p.a.)	Epoca di applicazione	Fitotossicità (scala 0-100)					
				T1 +7 gg.		T1 + 15 gg./ T2 + 7 gg.		T1 + 28 gg./T2 + 20 gg.	
				RS	NF	RS	NF	RS	NF
1	Testimone n. t.	-	-	0 c	0 d	0 d	0 c	0 c	0 b
2	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim	4 250	T1 T2	38,7 a*	40,0 a	22,5 c	22,5 b	0 c	13,7 a
3	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim	2,65 250	T1 T2	36,2 a	31,2 c	23,7 c	23,7 ab	0 c	12,5 a
4	Pyraflufen-ethyl + Bentazone + Cycloxydim	2,65 870 250	T1 T1 T1	35,0 a	35,0 b	28,7 b	26,2 ab	7,5 b	12,5 a
5	Pyraflufen-ethyl + Imazamox + Cycloxydim	2,65 40 250	T1 T1 T1	38,7 a	40,0 a	36,2 a	28,7 a	8,7 b	16,2 a
6	Imazamox + Thifensulfuron-methyl + Cycloxydim	40 3,75 250	T1 T1 T1	28,3 ab	0 d	30,0 ab	0 c	18,3 ab	0 b

Descrizione sintomi di fitotossicità: RS = riduzione di sviluppo; NF = ustioni fogliari

*I valori della stessa colonna affiancati dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test di SNK con $p \leq 0,05$

Tabella 5. 1° prova – Anno 2014 – Efficacia erbicida dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dose (g/ha p.a.)	Epoca di applicazione	Attività erbicida (%) T1 + 28 gg. / T2 + 20 gg.						
				ECHCG	SETSS	AMARE	CHEAL	SOLNI	POROL	POLLA
1	Testimone n. t.	-	-	0	0	0	0	0	0	0
2	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim	4 250	T1 T2	99,7 a*	100 a	98,0 a	88,1 a	93,2 ab	97,8 a	16,2 b
3	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim	2,65 250	T1 T2	100 a	99,3 ab	95,4 a	80,1 a	89,5 ab	95,6 a	20,0 b
4	Pyraflufen-ethyl + Bentazone + Cycloxydim	2,65+ 870+ 250	T1 T1 T1	47,5 b	81,7 c	96,5 a	87,6 a	85,7 b	94,7 a	53,7 a
5	Pyraflufen-ethyl + Imazamox + Cycloxydim	2,65+ 40+ 250	T1 T1 T1	95,1 a	97,4 b	99,5 a	91,4 a	99,0 a	78,9 b	67,5 a
6	Imazamox + Thifensulfuron-methyl+ Cycloxydim	40+ 3,75+ 250	T1 T1 T1	97,2 a	95,3 b	90,0 ab	76,7 b	98,3 a	81,7 b	68,3 a

*Vedi tabella 4

Pyraflufen-ethyl ha determinato la comparsa di marcati fenomeni di fitotossicità, quali riduzioni di sviluppo e necrosi fogliari delle piante di soia, con tuttavia sintomatologia praticamente scomparsa a distanza di quattro settimane dai trattamenti. Evidenti le riduzioni di taglia della coltura rilevate nelle parcelle trattate con la miscela standard imazamox + thifensulfuron-methyl, con però assenza di ustioni fogliari. La fitotossicità iniziale di pyraflufen-ethyl è apparsa più marcata quando utilizzato alla maggiore (4 g/ha di p.a.) o se utilizzato in miscela con imazamox. A distanza di 15 giorni dai trattamenti si è manifestata una significativa maggiore fitotossicità di pyraflufen-ethyl miscelato ad imazamox.

Per quanto riguarda l'efficacia erbicida, le infestazioni delle specie graminacee sono state perfettamente controllate con l'applicazione di cycloxydim in successione al precoce intervento con pyraflufen-ethyl. Molto elevata è apparsa anche l'efficacia di cycloxydim addizionato a pyraflufen-ethyl + imazamox e a imazamox + thifensulfuron-methyl, mentre è stata rilevata una diminuzione della sua efficacia quando miscelato a pyraflufen-ethyl + bentazone, in particolar modo nei confronti di *E. crus-galli*.

Pyraflufen-ethyl ha esercitato un ottimo controllo di tutte le specie infestanti dicotiledoni presenti nel campo sperimentale ad eccezione di *P. lapathifolium*, senza un significativo effetto dose. Pyraflufen-ethyl, alla dose di 2,65 g/ha di p.a. non ha manifestato una variazione sostanziale dell'efficacia quando addizionato di altri erbicidi, se si esclude un netto incremento della sua azione su *P. lapathifolium* quando miscelato a bentazone ed a imazamox. Un tendenziale aumento dell'azione su *C. album* e *S. nigrum* è stata rilevata nelle parcelle in cui pyraflufen-ethyl è stato utilizzato in miscela con imazamox. Pyraflufen-ethyl ha esercitato un'efficacia statisticamente simile alla miscela standard di riferimento imazamox + thifensulfuron-methyl su *A. retroflexus* e *Solanum nigrum*, più completa nei confronti di *C. album* e *P. oleracea* ed inferiore su *P. lapathifolium*.

2° prova (tabelle 6 e 7)

In questa seconda prova, effettuata su terreno organico, molto rilevante era l'infestazione di *E. crus-galli* e *Digitaria sanguinalis* tra le graminacee, con forte presenza di *P. oleracea*, *C. album* ed *A. retroflexus*, quest'ultima specie non più sensibile agli erbicidi caratterizzati da meccanismo d'azione ALS (tabella 3). Anche in questo caso per la loro eliminazione si è rivelato indispensabile effettuare uno specifico trattamento con cycloxydim.

Pyraflufen-ethyl ha determinato la comparsa di iniziali evidenti sintomi di fitotossicità, con blocco di sviluppo delle piante di soia statisticamente simile a quello determinato dalla miscela standard imazamox + thifensulfuron-methyl. Pyraflufen-ethyl ha provocato forti necrosi fogliari, tuttavia di carattere transitorio, in particolare con addizione di imazamox ed imazamox + thifensulfuron-methyl, mentre statisticamente inferiore è apparsa la sintomatologia rilevata nelle parcelle in cui è stato miscelato a bentazone.

Questa tendenza è stata confermata anche nei rilievi successivi, con manifestazioni fitotossiche ancora evidenti a distanza di circa quattro settimane dai trattamenti. Pyraflufen-ethyl ha determinato riduzioni di taglia delle piante di soia statisticamente simili quelle provocate da imazamox + thifensulfuron-methyl e nettamente inferiori quando addizionato di bentazone. Nell'ultimo controllo della selettività non era più visibile alcuna necrosi fogliare.

Per quanto concerne l'efficacia graminicida, l'applicazione di cycloxydim ha determinato un totale controllo sia di *E. crus-galli* che di *D. sanguinalis*. Nei confronti delle specie infestanti dicotiledoni pyraflufen-ethyl ha esercitato un totale contenimento di *A. retroflexus* resistente, mentre inefficace è apparsa la miscela imazamox + thifensulfuron-methyl. Tutti gli erbicidi a confronto hanno perfettamente eliminato la rilevante infestazione di *P. oleracea*. Pyraflufen-ethyl ha esercitato il miglior controllo di *C. album* quando addizionato di imazamox, imazamox + thifensulfuron-methyl ed imazamox + bentazone.

Tabella 6. 2° prova – Anno 2015 – Fitotossicità dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dose (g/ha p.a.)	Epoca di applicazione	Fitotossicità scala 0-100					
				T1 +7 gg.		T1 + 14 gg./ T2 + 11 gg.		T1 + 27 gg./T2 + 24 gg.	
				RS	NF	RS	NF	RS	NF
1	Testimone n. t.	-		0 c	0 d	0 d	0 c	0 d	0 a
2	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim	4 300	T1 T2	48,7 b*	35,0 b	31,2 b	25,0 b	32,5 b	0 a
	Olio minerale	820	T2						
3	Pyraflufen-ethyl Bentazone	4 870	T1 T1	38,7 c	26,2 c	18,7 c	28,7 ab	13,7 c	0 a
	Cycloxydim (*)	250	T2						
4	Pyraflufen-ethyl Imazamox	4 40	T1 T1	52,5 ab	41,2 a	36,2 b	31,2 a	31,2 b	0 a
	Cycloxydim (*)	300	T2						
5	Pyraflufen-ethyl Imazamox	4 40	T1 T1	53,7 ab	43,7 a	45,0 a	32,5 a	31,2 b	0 a
	Thifensulfuron-methyl Cycloxydim (*)	4 300	T1 T2						
6	Pyraflufen-ethyl (imazamox + bentazone)	4 42,56 + 912	T1 T1	48,7 b	35,0 b	38,7 b	32,5 a	37,5 a	0 a
	(metil oleato + metilpalmitato Cycloxydim (*)	313,875 300	T1 T2						
7	Imazamox Thifensulfuron-methyl	40 4	T1 T1	51,2 b	0 d	36,2 b	0 c	25,0 bc	0 a
	Cycloxydim (*)	300	T2						

(*) addizionato di olio minerale 1 L/ha

Descrizione sintomi di fitotossicità: RS = riduzione di sviluppo; NF = ustioni fogliari

*Vedi tabella 4

Tabella 7. 2° prova – Anno 2015 – Attività erbicida dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dose (g/ha p.a.)	Epoca di applicazione	Attività erbicida (%) T1 + 27 gg. / T2 + 24 gg.				
				ECHCG	DIGSA	AMARE	POROL	CHEAL
1	Testimone n. t.	-		0	0	0	0	0
2	Pyraflufen-ethyl Cycloxydim (*)	4 300 820	T1 T2	100 a*	100 a	100 a	99,9 a	95,3 a
3	Pyraflufen-ethyl Bentazone Cycloxydim (*)	4 870 250	T1 T1 T2	100 a	100 a	100 a	99,9 a	92,1 a
4	Pyraflufen-ethyl Imazamox Cycloxydim (*)	4 40 300	T1 T1 T2	100 a	100 a	100 a	99,8 a	100 a
5	Pyraflufen-ethyl Imazamox Thifensulfuron-methyl Cycloxydim (*)	4 40 4 300	T1 T1 T1 T2	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
6	Pyraflufen-ethyl (imazamox + bentazone) (metil oleato + metilpalmitato Cycloxydim (*)	4 42,56 + 912 313,875 300	T1 T1 T1 T2	100 a	100 a	99,9 a	99,9 a	99,9 a
7	Imazamox Thifensulfuron-methyl Cycloxydim (*)	40 4 300	T1 T1 T2	100 a	100 a	0,6 b	98,2 ab	92,3 a

(*) addizionato di olio minerale 1 L/ha

*Vedi tabella 4

CONCLUSIONI

In entrambe le annate di sperimentazione si è potuto evidenziare la possibilità di eliminare le più comuni infestanti della soia con precoci trattamenti di post-emergenza utilizzando pyraflufen-ethyl, erbicida caratterizzato da meccanismo d'azione alternativo agli inibitori dell'enzima ALS (imazamox e thifensulfuron-methyl), con particolare riferimento alle popolazioni di *A. retroflexus* divenute ormai completamente resistenti. Pyraflufen-ethyl ha dimostrato di possedere una perfetta efficacia su anche su *P. oleracea*, *S. nigrum* e più che sufficiente nei confronti di *C. album*, mentre parziale è apparso il contenimento di *P. lapathifolium*. La sua attività non è sostanzialmente variata con il variare della dose utilizzata (2,65 e 4 g/ha di p.a.) e non si è avvantaggiata significativamente dell'aggiunta degli altri erbicidi autorizzati per il diserbo di post-emergenza della soia. Pyraflufen-ethyl non ha manifestato sostanziali variazioni della selettività a seguito dell'aggiunta di altri erbicidi ad azione complementare, se non una diminuzione della fitotossicità, rilevata nel secondo anno di prova con addizione di bentazone.

LAVORI CITATI

- Campagna G., Geminiani E., Fabbri M., 2014. Confronto fra strategie di diserbo di post-emergenza della soia con interventi unici o frazionati. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 415-422.
- 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.
- Scarabel L., Varotto S., Sattin M., 2007. An uropean biotype of *Amaranthus retroflexus* cross-resistant to ALS inhibitors and response to alternative herbicides. *Weed Research*, 47, 527-533.

