

VERIFICHE DELL'ATTIVITA' E DELLA SELETTIVITA' DI NUOVI FORMULATI A BASE DI ISOXAFLUTOLE (MERLIN FLEXX, ADENGO) APPLICATI IN PRE-EMERGENZA E POST-EMERGENZA PRECOCE DEL MAIS

E. GEMINIANI, G. CAMPAGNA, G. RAPPARINI

Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare

Università degli Studi - Viale G. Fanin 46 - 40127 Bologna

grappari@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

Nel corso del biennio 2010-2011 sono state realizzate alcune prove parcellari su mais, per verificare l'attività e la selettività dei nuovi formulati a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) (Merlin Flexx) e (isoxaflutole + thien carbazono-methyl + cyprosulfamide) (Adengo), in applicazioni di pre-emergenza e post-emergenza precoce. Le prove hanno evidenziato, nelle diverse condizioni pedoclimatiche ed applicative, la buona selettività dei due formulati (grazie all'aggiunta dell'antidoto cyprosulfamide) ed il loro ampio spettro d'azione nei confronti delle principali infestanti del mais.

Parole chiave: mais, diserbo, isoxaflutole, thien carbazono-methyl, cyprosulfamide

SUMMARY

EFFICACY AND SELECTIVITY OF NEW ISOXAFLUTOLE-BASED HERBICIDES
(MERLIN FLEXX, ADENGO) APPLIED IN PRE-EMERGENCE AND EARLY POST-
EMERGENCE OF MAIZE

During the years 2010 and 2011 some field trials were carried out on maize, in order to verify the efficacy and selectivity of new mixtures of (isoxaflutole + cyprosulfamide) (Merlin Flexx) and (isoxaflutole + thien carbazono-methyl + cyprosulfamide) (Adengo), in pre-emergence and early post-emergence treatments. The trials showed, under different soil and weather conditions, the good selectivity of the two mixtures (thanks to the addition of the safener cyprosulfamide) and their broad spectrum of action against the main weeds infesting the maize.

Keywords: maize, weed control, isoxaflutole, thien carbazono-methyl, cyprosulfamide

INTRODUZIONE

Il mais è una delle colture più importanti a livello mondiale ed è il secondo cereale più estesamente coltivato in Italia dopo il frumento. Come per molte altre coltivazioni di pieno campo, il diserbo chimico ricopre un ruolo di fondamentale importanza per il raggiungimento di produzioni elevate che in Pianura Padana possono vantare un primato a livello mondiale.

I prodotti triazinici in particolare, hanno caratterizzato il diserbo preventivo del mais unendo ai favorevoli aspetti economici, un ampio spettro d'azione verso la generalità delle malerbe (Masin *et al.*, 2006). Questi aspetti estremamente positivi hanno favorito il ricorso talvolta irrazionale agli erbicidi per il contenimento delle malerbe, tralasciando talvolta le altre tecniche di lotta. A tale proposito è bene sottolineare l'importanza della gestione integrata delle malerbe attraverso tutte le pratiche agronomiche, meccaniche e chimiche (Covarelli, 2007). Oltre all'applicazione di erbicidi, la rotazione, la pratica della falsa semina e la sarchia-rincazzatura permettono di ridurre le problematiche soprattutto dove le condizioni sono maggiormente predisponenti (Campagna *et al.*, 2011).

L'insorgenza delle prime popolazioni triazino-resistenti sembrava risolta, quando più di recente è stata segnalata la comparsa di malerbe resistenti agli erbicidi inibitori

dell'acetolattato sintetasi (ALS) applicati in post-emergenza, nonostante l'ampia gamma di principi attivi ancora a disposizione per questa coltura. *Echinochloa crus-galli* e altre specie di questo diffuso genere sono caratterizzate da elevata variabilità e plasticità genetica (Campagna, 2011), determinando crescenti problematiche di insorgenza di popolazioni meno sensibili o resistenti su mais come su riso.

L'introduzione di principi attivi come isoxaflutole, efficaci verso le più pericolose malerbe di sostituzione, ed in particolare nei confronti di *Abutilon theophrasti*, ha permesso di risolvere numerosi problemi nonostante il possibile verificarsi di effetti fitotossici, in particolare nei terreni più sciolti e con decorsi stagionali piovosi. Nell'ambito dell'evoluzione delle pratiche colturali, le semine più anticipate del mais non consentono di contenere completamente le infestanti poligonacee (*Fallopia convolvulus*, ecc.), con difficoltà di devitalizzazione in post-emergenza mediante applicazioni di erbicidi ad azione fogliare (Fabbi *et al.*, 2005).

Gli interventi preventivi consentirebbero di ottimizzare il contenimento delle malerbe che si sono selezionate in questi ultimi decenni (Saglia *et al.*, 2005), comprese quelle di sostituzione, ruderali e meno sensibili alle solfoniluree (Ferrero *et al.*, 2010).

Recentemente sono stati messi a punto nuovi erbicidi residuali (Tracchi *et al.*, 2010) che in alcuni Paesi del Mondo sono già utilizzati in formulazione con nuovi fitoprotettori (cyprosulfamide), in grado di accelerare la degradazione degli erbicidi nelle colture, ma non nelle malerbe. Nell'ambito di possibili restrizioni comunitarie dell'impiego degli attuali erbicidi e in un'ottica di gestione integrata è possibile ridisegnare più ampie e complesse strategie di lotta, utili per mantenere sostenibile nel tempo la coltivazione del mais (Sattin, 2011).

Alla luce delle esperienze maturate riguardo la lotta preventiva alle malerbe del mais (Rapparini *et al.*, 2010), nel biennio 2010-11 sono state effettuate prove sperimentali in condizioni pedoclimatiche e floristiche differenziate, allo scopo di verificare le innovative strategie d'impiego dei nuovi formulati.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state eseguite in diverse aziende della pianura bolognese ed in aree maidicole delle province di Mantova e Ferrara, rappresentative di diverse situazioni pedoclimatiche e di inerbimento. La sperimentazione è stata realizzata a livello parcellare, adottando lo schema a blocchi randomizzati, con parcelle elementari di dimensione variabile tra 18 e 36 m², ripetute 3 o 4 volte. La semina della coltura è stata effettuata su terreno erpicato e privo di infestanti emerse. Le applicazioni degli erbicidi sono state eseguite in pre-emergenza della coltura ed in post-emergenza precoce (allo stadio di 2-3^a foglia del mais), mediante l'impiego di barra portata, azionata da azoto e munita di ugelli a ventaglio irroranti 300 l/ha di soluzione.

La valutazione del grado di attività erbicida è stata effettuata quando il mais si trovava allo stadio di 6-7 foglie, mediante conteggio delle infestanti presenti nelle parcelle o in porzioni delle stesse. Il grado di selettività dei prodotti saggiati nei confronti della coltura è stato valutato attraverso periodici rilievi visivi, con annotazione dei sintomi fitotossici e stima della loro entità secondo la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = coltura distrutta).

I formulati impiegati nella sperimentazione sono riportati in tabella 1.

Tabella 1 – Formulati impiegati

Formulati	Principi attivi	Composizione (% o g/l p.a.)
Merlin Expert	Isoxaflutole	44 g/l
Merlin Flexx	Isoxaflutole + cyprosulfamide	44 + 44 g/l
Adengo	Isoxaflutole + thien carbazono-methyl + cyprosulfamide	50 + 20 + 33 g/l
Primagram Gold	S-metolachlor + terbuthylazine	312,5 + 187,5 g/l
Camix	S-metolachlor + mesotrione	500 + 60 g/l
Lumax	S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione	312,5 + 187,5 + 37,5 g/l
Aspect	Flufenacet + terbuthylazine	200 + 333 g/l
Trek P	Terbuthylazine + pendimethalin	270 + 74 g/l

Codici infestanti: ECHCG = *Echinochloa crus-galli*; SETVI = *Setaria viridis*; ABUTH = *Abutilon theophrasti*; POLLA = *Polygonum lapathifolium*; POLPE = *Polygonum persicaria*; FALCO = *Fallopia convolvulus*; SOLNI = *Solanum nigrum*; CHEAL = *Chenopodium album*; AMARE = *Amaranthus retroflexus*; AMABL = *Amaranthus blitoides*; DATST = *Datura stramonium*; XANST = *Xanthium strumarium*

Andamento stagionale

Anno 2010 - Dopo i mesi invernali, caratterizzati da temperature rigide e frequenti ed intense precipitazioni, a partire dalla metà di marzo si è assistito ad un progressivo aumento delle temperature. I mesi primaverili sono stati caratterizzati da temperature minime in linea con i livelli medi del periodo e massime lievemente inferiori. Nel mese di aprile è stata registrata un'elevata variabilità, con frequenti precipitazioni. Il mese di maggio è risultato estremamente piovoso, in particolare nella prima parte. Questa variabilità è proseguita fino alla seconda decade di giugno, dopodiché l'andamento climatico è risultato più stabile.

Anno 2011 - La fine del periodo invernale è stata caratterizzata da temperature nella media stagionale, con gelate diffuse fino alla metà di marzo, e con precipitazioni frequenti. Successivamente si è verificato un progressivo aumento delle temperature, sia minime che massime, che si sono mantenute eccezionalmente elevate durante i mesi di aprile e maggio, con precipitazioni molto scarse. Nei successivi mesi di giugno e luglio le temperature si sono mantenute in linea con le medie stagionali. Le piogge sono state più frequenti, in particolare nella prima metà di giugno.

RISULTATI

Prove 1 (Granarolo Emilia – BO) e 2 (Baricella - BO) - Anno 2010 – (tabelle 2 e 3)

Le prove avevano lo scopo di verificare la selettività del preparato a base di isoxaflutole e dell'antidoto cyprosulfamide, a confronto con dosi rapportate del formulato tradizionale di isoxaflutole, in applicazioni di pre-emergenza e post-emergenza precoce. Nelle applicazioni di post-emergenza precoce i due formulati di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e isoxaflutole sono stati impiegati in miscela con (S-metolachlor + terbuthylazine). Dopo la semina i campi di prova sono stati trattati preventivamente con una dose ridotta di (flufenacet + terbuthylazine) (300 + 499,5 g/ha), per limitare l'emergenza delle infestanti ed eliminarne la competizione.

Le applicazioni di pre-emergenza sono state effettuate nella prima decade di aprile, e sono state seguite da frequenti precipitazioni che hanno favorito la piena attivazione dei prodotti residuali. Anche le miscele applicate in post-emergenza precoce sono state prontamente attivate dalle piogge che si sono verificate nei giorni successivi ai trattamenti.

Tabella 2. 1^a prova (Granarolo Emilia) - Anno 2010 - Fitotossicità dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ ha)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10		
				T1+28 gg; T2 + 7 gg	T1+35 gg; T2+14 gg	T1+43 gg; T2+22 gg
1	Non trattato	-	-	0	0	0
2	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T1	0	0	0
3	Isoxaflutole	88	T1	0	0	0
4	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(176 + 176)	T1	0,1 y	0,5 x	0,4 x
5	Isoxaflutole	176	T1	1,6 y	2,4 xy	1,3 x
6	(isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine)	(88 + 88) + (937,5 + 562,5)	T2	0,8 y	0,8 xy	0,1 x
7	Isoxaflutole + (S-metolachlor + terbuthylazine)	44 + (937,5 + 562,5)	T2	2,8 y	2 xy	0,8 x

Data di semina: 31/03 (var. PR33T56).

Epoca trattamenti: T1 = pre-emergenza (01/04); T2 = post-emergenza precoce, 2^a foglia (22/04).

Descrizione sintomi fitotossicità: x = riduzioni di sviluppo; y = decolorazioni e disseccamenti del margine fogliare

Tabella 3. 2^a prova (Baricella) - Anno 2010 - Fitotossicità dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ ha)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10			
				var. PR33T56		var. Kubrick	
				T1+28 gg; T2+9 gg	T1+46 gg; T2+27 gg	T1+28 gg; T2+9 gg	T1+46 gg; T2+27 gg
1	Non trattato	-	-	0	0	0	0
2	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T1	0,4 x	0,5 x	1,1 xy	0,8 x
3	Isoxaflutole	88	T1	1,1 xy	0,5 x	2,1 xy	1,5 xy
4	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(176 + 176)	T1	0,5 xy	0,8 x	1,4 xy	1 x
5	Isoxaflutole	176	T1	3,9 xy	3,3 xy	4,9 xy	3,5 xy
6	(isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine)	(88 + 88) + (937,5 + 562,5)	T2	0,8 xy	0,5 x	1,9 xy	1 xy
7	Isoxaflutole + (S-metolachlor + terbuthylazine)	44 + (937,5 + 562,5)	T2	2,3 xy	1,5 xy	5 xy	2,1 xy

Data di semina: 09/04.

Epoca trattamenti: T1 = pre-emergenza (09/04); T2 = post-emergenza precoce, 2-3^a foglia (28/04).

Descrizione sintomi fitotossicità: x = riduzioni di sviluppo; y = decolorazioni e disseccamenti del margine fogliare

La prima prova è stata eseguita su terreno di medio impasto, su mais della var. PR33T56. Nelle applicazioni di pre-emergenza (isoxaflutole + cyprosulfamide) ha evidenziato un'elevata selettività, determinando solo lievi riduzioni di sviluppo quando impiegato alla dose doppia (176 + 176 g/ha di p.a.). Meno selettivo si è dimostrato l'impiego del formulato tradizionale di isoxaflutole alla dose di 176 g/ha di p.a., che ha indotto più marcate riduzioni di sviluppo del mais, associate a decolorazione del margine fogliare. Anche nell'applicazione di post-

emergenza precoce (isoxaflutole + cyprosulfamide) ha mostrato una buona selettività colturale. Maggiori sono stati gli effetti causati, in quest'epoca, dall'applicazione di isoxaflutole, nonostante il minore apporto di p.a. (44 g/ha).

Nella seconda prova, eseguita su terreno sabbioso, la selettività colturale è stata valutata su due differenti ibridi di mais, PR33T56 e Kubrick. Il secondo ibrido si è dimostrato, in generale, più sensibile agli erbicidi impiegati. Nell'applicazione di pre-emergenza (isoxaflutole + cyprosulfamide) è stato sufficientemente tollerato dalla coltura, sia alla dose normale d'impiego (88 + 88 g/ha di p.a.), sia a quella doppia (176 + 176 g/ha di p.a.). Nel terreno sciolto in cui si è operato il formulato a base del solo isoxaflutole ha causato, invece, evidenti ritardi di sviluppo e disseccamenti del margine fogliare su entrambe le varietà, in particolare alla dose di 176 g/ha di p.a.. Anche nell'applicazione di post-emergenza precoce (isoxaflutole + cyprosulfamide) ha mostrato, nonostante il maggiore apporto di sostanza attiva (88 + 88 g/ha di p.a.), una maggiore selettività colturale rispetto al solo isoxaflutole (44 g/ha di p.a.); quest'ultimo ha causato gravi effetti fitotossici, in particolare sulla var. Kubrick.

Prova 3 (Granarolo Emilia – BO) - Anno 2010 – (tabella 4)

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata ad inizio aprile, ed è stata seguita da frequenti precipitazioni, a cadenza pressoché settimanale, che hanno mantenuto un buon livello di umidità del suolo, favorendo la piena attivazione dei prodotti applicati, ma anche l'emergenza scalare delle infestanti. Tra queste erano prevalenti la graminacea *Echinochola crus-galli* e la malvacea *Abutilon theophrasti*; tra le specie dicotiledoni erano diffusamente presenti anche *Solanum nigrum*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* e le poligonacee *Fallopia convolvulus* e *Polygonum lapathifolium*.

L'applicazione di post-emergenza precoce è stata eseguita quando il mais era allo stadio di 2 foglie vere, su infestanti dicotiledoni entro le 4 foglie e graminacee allo stadio di 1-2 foglie. Anche gli erbicidi distribuiti in post-emergenza precoce sono stati prontamente attivati dalle precipitazioni che si sono verificate nei giorni successivi al trattamento.

Il formulato a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) ha evidenziato, sia nell'applicazione di pre-emergenza che di post-emergenza precoce, un'elevata efficacia nei confronti di *A. theophrasti* e delle restanti dicotiledoni, ad esclusione di *F. convolvulus*, meglio controllata nell'intervento ritardato. Buona, anche se non completa, è risultata anche l'azione nei confronti di *E. crus-galli*. In entrambe le epoche di intervento, l'aggiunta di una dose ridotta di (S-metolachlor + terbuthylazine) ha permesso di ottimizzare il controllo delle graminacee, ma non quello di *F. convolvulus*, a causa dell'apporto limitato di terbuthylazine. La combinazione di (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) ha mostrato un elevato contenimento delle infestanti dicotiledoni presenti, con risultati più completi nell'applicazione di post-emergenza precoce, grazie ad una maggiore azione verso *F. convolvulus*. Buona è risultata anche la sua attività graminicida, anche se non completa nei confronti delle emergenze più tardive di *E. crus-galli*. I risultati più completi, sia sulle infestanti dicotiledoni che sulle graminacee, sono stati ottenuti con l'applicazione in pre-emergenza di (S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione); la sua azione graminicida è risultata, invece, incompleta nel trattamento ritardato, su piantine di *E. crus-galli* emerse.

In queste condizioni pedoclimatiche entrambi i preparati sperimentali a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) sono stati ben tollerati dalla coltura, anche quando impiegati in post-emergenza precoce. Lievi e transitorie decolorazioni del margine fogliare sono state rilevate nelle parcelle trattate, alle 2 foglie del mais, con la miscela di (isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine).

Tabella 4. 3^a prova (Granarolo Emilia) - Anno 2010 - Fitotossicità ed efficacia erbicida dei trattamenti a confronto

Tesi	Prodotti	Dosi (g p.a./ ha)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10			Efficacia: n° infestanti / 32 m ² (T1 + 43 gg, T2 + 22 gg; mais 5-6 foglie)							
				T1 + 28 gg, T2 + 7 gg	T1 + 42 gg, T2 + 21 gg	ECHCG	ABUTH		POLLA	FALCO	SOLNI	CHEAL	AMARE	Somma dicotiledoni
							> 2 fg	cot - 1 fg						
1	Non trattato	-	-	-	-	2912	1568	-	160	232	1072	232	392	3656
2	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T1	0	0	26	0	6	0	206	0	0	1	213
3	(isoxaflutole + thiencarbazone- methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T1	0	0	25	0	4	0	53	0	0	0	57
4	(S-metolachlor + mesotrione)	(1250 + 150)	T1	0	0	16	0	0	0	37	0	0	0	37
5	(S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione)	(1250 + 750 + 150)	T1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1
6	(isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine)	(88 + 88) + (625 + 375)	T1	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	8
7	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T2	0	0	32	1	4	0	16	0	0	0	21
8	(isoxaflutole + thiencarbazone- methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T2	0	0	20	0	0	0	1	0	0	0	1
9	(S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione)	(937,5 + 562,5 + 112,5)	T2	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0
10	(isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine)	(88 + 88) + (625 + 375)	T2	0,6 x	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8

Data di semina: 31/03 (var. PR33T56).

Epoca trattamenti: T1 = pre-emergenza (01/04); T2 = post-emergenza precoce, 2^a foglia (22/04).

Descrizione sintomi fitotossicità: x = decolorazioni e disseccamenti del margine fogliare

Tabella 5. 4^a prova (Mantova) - Anno 2010 - Efficacia erbicida dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ ha)	Epoca	Efficacia: n° infestanti / 32 m ² (T1 + 55 gg, T2 + 37 gg)			
				ECHCG	ABUTH		Altre dicotiledoni
					^ 3 f _g	cot - 3 f _g	
1	Non trattato	-	-	87	2160	-	87
2	(isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T1	0	1	0	0
3	(S-metolachlor + mesotrione)	(1250 + 150)	T1	2	28	37	7
4	(S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione)	(1250 + 750 + 150)	T1	0	5	12	0
5	(S-metolachlor + terbuthylazine)	(1250 + 750)	T1	0	211	133	1
6	(isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T2	0	0	0	0
7	(S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione)	(1250 + 750 + 150)	T2	0	0	0	0
8	(S-metolachlor + terbuthylazine)	(1250 + 750)	T2	0	38	43	0
9	(isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine)	(88 + 88) + (625 + 375)	T2	0	0	0	0

Data di semina: 30/03

Epoca trattamenti: T1 = pre-emergenza (02/04); T2 = post-emergenza precoce, 2-3^a foglia (20/04).

Altre dicotiledoni: SOLNI, DATST, AMARE, CHEAL, FALCO

Tabella 6. 5^a prova (Massa Fiscaglia) - Anno 2011 - Efficacia erbicida dei trattamenti a confronto

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ ha)	Epoca	Efficacia: n° infestanti / 22 m ² (T1 + 57 gg, T2 + 43 gg)						
				ECHCG	ABUTH	SOLNI	CHEAL	POLPE	Altre dicotiledoni	Somma dicotiledoni
1	Non trattato	-	-	39	106	162	26	54	6	354
2	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T1	5	41	0	2	7	1	51
3	(isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T1	0	2	0	0	0	1	3
4	(terbuthylazine + pendimethalin)	(810 + 222)	T1	30	62	31	17	19	4	133
5	(S-metolachlor + mesotrione)	(1250 + 150)	T1	29	9	2	3	19	9	42
6	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	T2	0	0	0	0	0	2	2
7	(isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	T2	0	0	0	0	0	0	0

Data di semina: 29/03.

Epoca trattamenti: T1 = pre-emergenza (31/03); T2 = post-emergenza precoce, 2-3^a foglia (14/04).

Altre dicotiledoni: AMARE, FALCO

Prova 4 (Mantova) - Anno 2010 – (tabella 5)

Le frequenti precipitazioni registrate durante tutto il periodo primaverile hanno mantenuto ottimali condizioni di umidità nel suolo, favorendo la piena attivazione dei prodotti residuali applicati nelle due epoche. Nel campo di prova è stata registrata una forte emergenza di *A. theophrasti*; minore e meno uniforme è risultata la presenza di altre dicotiledoni, quali *S. nigrum*, *Datura stramonium*, *C. album*, *A. retroflexus*, *F. convolvulus* e della graminacea *E. crus-galli*.

Grazie alle condizioni favorevoli, l'applicazione di pre-emergenza di (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) ha garantito un elevato contenimento delle infestanti dicotiledoni e graminacee presenti, con buona persistenza di azione nei confronti delle emergenze tardive di *A. theophrasti*. Anche l'applicazione del formulato sperimentale in post-emergenza precoce ha garantito un completo controllo delle infestanti presenti, al pari della miscela di (isoxaflutole + cyprosulfamide) + (S-metolachlor + terbuthylazine) e dello standard (S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione).

Prova 5 (Massa Fiscaglia – FE) - Anno 2011 – (tabella 6)

All'applicazione di pre-emergenza è seguita una fase di tempo siccitoso, con assenza di precipitazioni rilevanti per circa un mese. Nel campo di prova è stata registrata la diffusa emergenza delle dicotiledoni *A. theophrasti*, *S. nigrum* e *Polygonum persicaria*, mentre minore e meno uniforme era la presenza di *C. album*, *A. retroflexus* e *F. convolvulus*; tra le graminacee era presente *E. crus-galli*.

Nonostante le condizioni ambientali sfavorevoli, dopo le prime piogge è stata osservata una buona capacità di riattivazione di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e soprattutto della combinazione di (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide), che ha permesso di controllare la quasi totalità delle infestanti dicotiledoni e graminacee emerse.

Gli stessi formulati sperimentali hanno garantito un ottimale controllo delle infestanti quando impiegati in post-emergenza precoce, grazie alle poche piogge verificatesi a fine aprile e inizio maggio, che hanno favorito una più rapida attivazione degli erbicidi distribuiti.

Prova 6 (Cadriano – BO) - Anno 2011 – (tabella 7)

Il campo di prova era caratterizzato da un'elevata infestazione di *A. theophrasti* e da una minore presenza di *A. retroflexus*, *Amaranthus blitoides* e *C. album* tra le dicotiledoni. Per quanto riguarda le graminacee erano presenti *E. crus-galli* e anche *Setaria viridis* che, emersa tardivamente, è stata rilevata solo nelle parcelle trattate, dove la competizione delle altre infestanti era limitata. L'applicazione di post-emergenza precoce è stata eseguita quando il mais era allo stadio di 2 foglie vere, su infestanti dicotiledoni e graminacee entro le 2 foglie. Le prime piogge si sono verificate a fine aprile, a circa 10 giorni dal trattamento. Nonostante le condizioni di scarsa umidità del suolo, i formulati sperimentali a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e soprattutto di (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) hanno mostrato, dopo le prime piogge, una rilevante capacità di riattivazione nei confronti delle piante di *A. theophrasti* e delle restanti dicotiledoni. Minore è risultata la loro efficacia nei confronti delle graminacee emerse, ed in particolare verso la meno sensibile *S. viridis*. In queste condizioni di scarsa piovosità, i risultati più completi sono stati ottenuti dalla miscela di (S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione), grazie alla maggiore azione fogliare di mesotrione e terbuthylazine sulle infestanti dicotiledoni presenti al momento dell'applicazione.

Entrambi i preparati sperimentali a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) sono stati ben tollerati dalla coltura. Meno selettivo

si è dimostrato l'impiego, in post-emergenza precoce, del formulato tradizionale di isoxaflutole che, in miscela con (S-metolachlor + terbuthylazine), ha causato transitori disseccamenti e decolorazioni del margine fogliare e più persistenti ritardi di sviluppo del mais.

Tabella 7. 6^a prova (Cadriano) - Anno 2011 – Fitotossicità ed efficacia erbicida dei trattamenti a confronto.

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ ha)	Fitotossicità: scala 0-10		Efficacia: n° infestanti / 54 m ² (T + 42 gg)							
			T + 10 gg	T + 30 gg	ECHG	SETVI	Somma graminacee	ABUTH		AMAspp	CHEAL	Somma dicotiledoni
								> 4 foglie	cot.- 4 foglie			
1	Non trattato	-	-	-	36	0	36	491	171	86	10	758
2	(isoxaflutole + cyprosulfamide)	(88 + 88)	0	0	5	27	32	20	37	3	1	61
3	(isoxaflutole + thiencarbazone-methyl + cyprosulfamide)	(100 + 40 + 66)	0	0	6	14	20	10	17	2	0	29
4	Isoxaflutole + (S-metolachlor + terbuthylazine)	44 + (937,5 + 562,5)	2,5 y	1 x	1	0	1	41	20	0	0	61
5	(S-metolachlor + mesotrione)	(1000 + 120)	0	0	6	3	9	13	11	1	0	25
6	(S-metolachlor + terbuthylazine + mesotrione)	(937,5 + 562,5 + 112,5)	0	0	6	1	7	0	6	1	0	7

Data di semina: 24/03 (var. DKC 5276).

Epoca trattamenti: T = post-emergenza precoce, 2^a foglia (19/04). AMAspp. = AMARE e AMABL.

Descrizione sintomi fitotossicità: x = riduzioni di sviluppo; y = decolorazioni e disseccamenti del margine fogliare

CONCLUSIONI

Le prove sperimentali, eseguite nel biennio 2010-11 in alcune aziende rappresentative di differenti situazioni pedoclimatiche, hanno evidenziato la selettività dei due formulati a base di (isoxaflutole + cyprosulfamide) e (isoxaflutole + thiencarbazone-methyl + cyprosulfamide), ed il loro ampio spettro d'azione nei confronti delle principali infestanti del mais.

L'aggiunta dell'antidoto cyprosulfamide, in grado di stimolare nel mais i processi di detossificazione degli erbicidi, ha garantito una buona selettività di isoxaflutole anche nei terreni più sciolti e nelle situazioni di elevata piovosità, sia in applicazioni di pre-emergenza che in post-emergenza precoce della coltura. Ciò ha permesso una maggiore sicurezza d'impiego dell'erbicida a dosaggi più elevati di sostanza attiva, con un più ampio spettro d'azione verso le più comuni infestanti dicotiledoni del mais (ad esclusione di *Fallopia convolvulus*) e con buona efficacia anche verso le graminacee. Grazie a queste caratteristiche (isoxaflutole + cyprosulfamide) si presta a completare l'attività dei diversi erbicidi residuali contenenti ammidi e terbuthylazine, da scegliere in funzione dell'infestazione prevista.

La combinazione di (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) ha evidenziato, come quella di (isoxaflutole + cyprosulfamide), una buona selettività e flessibilità d'impiego, con una più completa efficacia sulle specie infestanti a foglia larga (comprese le poligonacee) e graminacee (con parziale attività verso *Setaria viridis*). Grazie alla capacità di riattivarsi dopo ogni evento piovoso, il formulato ha esercitato un'efficace azione di richiamo su infestanti emerse, in particolare su *Abutilon. theophrasti* ed *Echinochloa crus-galli*. Questa caratteristica ha permesso di ottenere un elevato controllo delle infestanti anche nelle più sfavorevoli condizioni del 2011, con piogge cadute a distanza di molto tempo dall'esecuzione dei trattamenti; in questo caso i migliori risultati sono stati ottenuti con interventi di post-emergenza precoce.

Grazie alle sue caratteristiche (isoxaflutole + thienicarbazone-methyl + cyprosulfamide) si pone quindi come valida alternativa alle classiche combinazioni di prodotti residuali contenenti terbuthylazine e ammidi, sia nelle applicazioni preventive di pre-emergenza, sia in quelle sostitutive di post-emergenza precoce.

LAVORI CITATI

- Campagna C., 2011. Mais: problematiche legate a popolazioni di *Echinochloa crus-galli* resistente agli erbicidi ALS. *Il ruolo del diserbo in pre-emergenza nel sistema colturale del mais italiano*, 39-47.
- Campagna G., Meriggi P., Rapparini G., 2011. Il contributo del diserbo chimico nella gestione integrata delle malerbe. *Atti XVIII Convegno SIRFI*, 41-102.
- Covarelli G., 2007. Le strategie nella gestione sostenibile degli agrofarmaci: gli erbicidi. *Atti XVI Convegno SIRFI*, 35-53.
- Fabbi A., Campagna G., Rapparini G., 2005. Prove di lotta contro le poligonacee infestanti il mais con trattamenti di pre e post-emergenza. *Atti XV Convegno SIRFI*, 183-198.
- Ferrero A., Savoia W., Tesio F., Crivellari A., Vidotto F., 2010. Verifica del periodo ottimale di intervento nella gestione delle infestanti del mais. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 391-394.
- Masin R., Berti A., Otto S., Zanin G., 2006. Confronto tra soluzioni di pre e post-emergenza con o senza terbutilazina nel diserbo del mais nella Pianura Padana. *Atti: Caratteristiche agronomiche, economiche e ambientali dei diserbanti del mais: il caso di studio della terbutilazina*, 87-104.
- Rapparini G., Geminiani E., Campagna G., 2010. Mais, le soluzioni per il diserbo preventivo. *L'Informatore Agrario*, 6, 53-60.
- Saglia A.A., Viggiani P., Zanin G., 2005. Le novità nell'evoluzione della flora infestante del mais. *Atti XV Convegno SIRFI*, 43-69.
- Sattin M., 2011. Gestione della resistenza nel contesto dell'IWM e della nuova normativa europea. *Atti XV Convegno SIRFI*, 103-115.
- Tracchi G., Arcangeli G., Boebel A., Campani E., Cauzzi D., Gualco A., Cantoni A., 2010. Thienicarbazone-methyl (Adengo), nuovo erbicida di pre e post-emergenza del mais. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 339-346.