

VALUTAZIONE DELL'ATTIVITA' E SELETTIVITA' DI TEMBOTRIONE (LAUDIS) NEL DISERBO DI POST-EMERGENZA DEL MAIS

G. RAPPARINI, E. GEMINIANI, M. FABBRI

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 degli anni 2008 e 2010 sono state realizzate alcune prove parcellari per verificare l'attività e la selettività di tembotrione + isoxadifen-ethyl (Laudis), impiegato da solo ed in miscela con altri erbicidi per il diserbo di post-emergenza del mais. La sperimentazione ha evidenziato la buona selettività di questo nuovo trichetone, l'ampio spettro d'azione (comprendente anche le principali infestanti graminacee annuali) e la possibilità di integrarne l'attività con l'aggiunta di altri prodotti, quali dicamba.

Parole chiave: mais, diserbo, tembotrione, post-emergenza

SUMMARY

EVALUATION OF EFFICACY AND SELECTIVITY OF TEMBOTRIONE (LAUDIS) APPLIED IN POST-EMERGENCE OF MAIZE

During the years 2008 and 2010 some field trials were carried out, in order to verify the efficacy and selectivity of tembotrione + isoxadifen-ethyl (Laudis), applied straight and in tank mixtures in post-emergence of maize. The trials showed the good selectivity of this new triketone, the broad spectrum of action (also including the main annual grasses) and the possibility to integrate its effectiveness through the addition of other herbicides, such as dicamba.

Keywords: maize, weed control, tembotrione, post-emergence

INTRODUZIONE

Tembotrione è una nuova molecola erbicida scoperta nel 1997, appartenente alla famiglia chimica dei trichetoni. Agisce mediante l'inibizione dell'enzima HPPD, bloccando la biosintesi del prenilchinone (Hawkes, 2007). Il tipico sbiancamento fogliare che avviene in presenza di luce a seguito del decremento del contenuto in carotenoidi porta alla distruzione dei pigmenti fotosintetici e alla necrosi dei tessuti. Agisce a livello fogliare, in particolare nelle giovani piante, con una secondaria azione radicale. La sua persistenza nel suolo risulta sufficiente per consentire alla coltura di ricoprire completamente la superficie del suolo e divenire competitiva prima della rinascita di nuove malerbe. Alcuni studi condotti in merito hanno permesso di osservare che erba medica, soia, patata e pisello poste in successione al mais non hanno manifestato nessun sintomo di fitotossicità. Tuttavia per precauzione è consigliato evitare di seminare fagiolo per un periodo di 8-10 mesi dall'applicazione (Blanco *et al.*, 2010).

Numerosi contributi sperimentali sono stati condotti in post-emergenza di colture graminacee, tra cui *Pennisetum glaucum* e sorgo (Dan *et al.*, 2010), molto sensibili alla competizione iniziale delle malerbe e agli erbicidi; queste specie sono coltivate in pieno campo soprattutto in Africa, Stati Uniti, India e Brasile, e come i mais da pop-corn e dolci, notoriamente più sensibili agli erbicidi (Bollman *et al.*, 2008), dispongono di scarse possibilità di diserbo selettivo.

Con la riduzione delle lavorazioni secondo le linee dettate dalle pratiche di coltivazione a minore impatto ambientale, l'anticipo delle semine e la variazione subita da altre tecniche colturali, il periodo critico di competizione delle malerbe è divenuto più ampio (Hall *et al.*, 1992; Halford *et al.*, 2001; Norsworthy *et al.*, 2004). Nonostante la possibilità di poter ricorrere a lavorazioni interfilari per il contenimento delle malerbe con coltura in atto, permangono le difficoltà di rimozione delle più dannose infestanti sulla fila, con l'esigenza di dover ricorrere ad applicazioni di post-emergenza (Triplett *et al.*, 1972).

Per il suo spettro d'azione tembotrione può essere considerato un nuovo erbicida "cross spectrum" per il diserbo del mais (Van Almsick *et al.*, 2009), in grado di contenere numerose graminacee e le principali malerbe a foglia larga.

La disponibilità di un nuovo erbicida di post-emergenza ad ampio spettro d'azione appartenente a una famiglia chimica diversa dalle solfoniluree permette di facilitare la gestione delle malerbe, nell'ambito di una strategia antiresistenza e maggiormente svincolata dalle condizioni ottimali di intervento (Rapparini *et al.*, 2010). Per gli stessi motivi, in alcuni Paesi dove si coltivano mais geneticamente modificati si stanno rivedendo le strategie di lotta, con miscele di tembotrione e glifosate per la gestione delle popolazioni resistenti (Shaw *et al.*, 2002).

Tembotrione risulta selettivo grazie all'aggiunta di un nuovo antidoto specifico, isoxadifenetile (Schulte *et al.*, 2009), che permette alle piante di mais di metabolizzare l'erbicida in composti non tossici, a differenza delle malerbe, anche graminacee, che mantengono la loro sensibilità.

Sulla base delle limitate conoscenze bibliografiche e delle prime esperienze maturate a livello sperimentale, negli anni 2008-2010 sono state effettuate prove sperimentali in differenti condizioni pedoclimatiche e floristiche, per verificare l'attività e la selettività di questo nuovo erbicida, applicato da solo e in miscela con altri prodotti.

MATERIALI E METODI

La 1^a e la 3^a prova sono state eseguite a Granarolo Emilia (BO) su terreno di medio impasto, mentre la 2^a prova è stata effettuata a Baricella (BO), su terreno sabbioso. La sperimentazione è stata realizzata adottando lo schema a blocchi randomizzati, con parcelle elementari variabili tra 18 e 21 m², ripetute 4 volte.

L'applicazione delle miscele erbicide è stata eseguita mediante l'impiego di barra portata, azionata da azoto e munita di ugelli a ventaglio irroranti 300 l/ha di soluzione. I formulati impiegati nella sperimentazione sono riportati in tabella 1.

Per valutare l'efficacia dei trattamenti sono stati eseguiti rilievi periodici, con stima del grado di azione devalitizzante (%) e conteggio finale delle infestanti residue presenti nelle parcelle. Il grado di selettività dei prodotti saggiati nei confronti della coltura è stato valutato attraverso rilievi visivi, con annotazione dei sintomi fitotossici e stima della loro entità secondo la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = coltura distrutta).

Andamento stagionale

Anno 2008 - I mesi primaverili sono stati caratterizzati da temperature minime e massime in linea con i livelli medi del periodo. Nel mese di aprile le precipitazioni sono risultate frequenti, ma generalmente di scarsa entità. Il mese di maggio è stato caratterizzato da tempo stabile nella prima parte e da frequenti temporali nella seconda metà, con precipitazioni particolarmente intense fino alla seconda decade di giugno.

Anno 2010 - I mesi primaverili sono stati caratterizzati da temperature minime in linea con i livelli medi del periodo e massime lievemente inferiori. Le precipitazioni sono risultate frequenti e abbondanti, in particolare nella prima parte del mese di maggio. Questa variabilità è proseguita fino alla seconda decade di giugno, successivamente l'andamento climatico è risultato più stabile.

Tabella 1 – Formulati impiegati

Formulato	Principi attivi	Composizione (% o g/l p.a.)	Nome comune
Laudis	Tembotrione + isoxadifen-ethyl	44 + 22 g/l	Tembotrione
Callisto	Mesotrione	100 g/l	Mesotrione
Equip	Foramsulfuron + isoxadifen-ethyl	22,5 + 22,5 g/l	Foramsulfuron
Ghibli	Nicosulfuron	40 g/l	Nicosulfuron
Mondak 21 S	Dicamba	243,8 g/l	Dicamba

Codici infestanti: ECHCG = *Echinochloa crus-galli*; SETVI = *Setaria viridis*; ABUTH = *Abutilon theophrasti*; POLLA = *Polygonum lapathifolium*; FALCO = *Fallopia convolvulus*; SOLNI = *Solanum nigrum*; CHEAL = *Chenopodium album*; AMARE = *Amaranthus retroflexus*; XANST = *Xanthium strumarium*; PICEC = *Picris echioides*.

RISULTATI

Prova 1 (Granarolo Emilia, anno 2008) – (tabella 2)

Nel campo di prova è stata registrata, tra le graminacee, un'elevata presenza di *Echinochloa crus-galli*. Tra le infestanti dicotiledoni erano prevalenti *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum*, *Polygonum lapathifolium* e *Xanthium strumarium*, oltre a più ridotte e non uniformi presenze di *Fallopia convolvulus*, *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album*.

L'applicazione erbicida è stata effettuata all'inizio di maggio, su mais allo stadio di 4-5 foglie, con temperature miti e sufficiente umidità del suolo, condizioni favorevoli all'assorbimento ed all'attività dei prodotti fogliari distribuiti.

Tembotrione ha evidenziato una rapida azione devitalizzante, con un elevato controllo finale di *E. crus-galli* e della generalità delle dicotiledoni presenti, ad esclusione di *F. convolvulus*. Il prodotto sperimentale ha mostrato una buona compatibilità con dicamba, che ne ha integrato l'efficacia nei confronti delle specie a foglia larga, ed in particolare verso le poligonacee, senza interferire sulla sua azione graminicida.. La miscela di tembotrione con foramsulfuron, pur manifestando un'elevata efficacia graminicida, non ha fornito invece un sufficiente controllo di *F. convolvulus*.

Come tembotrione, anche lo standard mesotrione ha mostrato un'ampia azione dicotiledonicida (superiore nei confronti di *F. convolvulus*), mostrando però una scarsa attività graminicida, integrata solo con l'aggiunta della solfonilurea nicosulfuron.

Tembotrione ha manifestato un'elevata selettività colturale, sia quando impiegato da solo, sia quando applicato in miscela con dicamba. I rilievi della fitotossicità hanno evidenziato ritardi di sviluppo e transitori ingiallimenti fogliari nelle parcelle trattate con foramsulfuron e la sua miscela con tembotrione.

Tabella 3. 2.^a prova - Anno 2008 – Tesi a confronto e risultati dei rilievi della fitotossicità e dell'efficacia erbicida

Tesi	Principi attivi	Dosi (g p.a./ha)	Fitotossicità: scala 0-10		Efficacia: attività devitalizzante % (T + 28 gg)				Efficacia: n° infestanti / 36 m ² (T + 28 gg)								
			T + 9 gg	T + 28 gg	ECHCG	POLLA	FALCO	AMARE	CHEAL	ECHCG	SETVI	Somma graminacee	POLLA	FALCO	AMARE	CHEAL	Somma dicotiledoni
1	Non trattato	-	-	-	-	-	-	-	-	171	n.r.	171	72	216	n.p.	3816	4104
2	Tembotrione	88	0,3 x	0	95	95	35	78,3	95,3	4	18	22	1	83	17	8	109
3	Mesotrione	75	0	0	41,3	100	70	76,3	100	68	43	111	0	56	69	0	125
4	Foransulfuron	56,25	1 xy	0,8 x	96,3	68,8	35	80	62,5	4	0	4	25	90	1	302	418
5	Tembotrione + dicamba	88 + 170,66	0	0	92,5	100	100	91	100	10	17	27	0	0	29	6	35
6	Tembotrione + foransulfuron	88 + 56,25	1,3 xy	0,2 x	96,3	96,5	73,8	90	98,3	5	0	5	2	17	1	11	31
7	Nicosulfuron + mesotrione	50 + 75	0	0	95	92,5	86,3	83,3	100	6	0	6	3	8	8	3	22

Data di semina: 15/03 (var. DKC 6040).

Epoca trattamento: T = post-emergenza, 4^a-5^a foglia (30/04)

Descrizione sintomi fitotossicità: x = riduzioni di sviluppo; y = decolorazioni, ingiallimenti fogliari.

n.r. = infestante non rilevabile

Prova 2 (Baricella, anno 2008) – (tabella 3)

Nel campo di prova si è verificata un'elevata emergenza di *C. album*, oltre alle poligonacee *F. convolvulus* e *P. lapathifolium* e a minori presenze di *A. retroflexus*; tra le specie graminacee era prevalente *E. crus-galli*. L'applicazione erbicida è stata effettuata alla fine di aprile, su mais allo stadio di 4-5 foglie. Le temperature miti e la sufficiente umidità del suolo hanno determinato condizioni di buon turgore vegetativo delle infestanti, favorendo l'assorbimento e l'attività dei prodotti fogliari.

Per quanto riguarda le infestanti graminacee, tembotrione ha evidenziato una rapida azione devitalizzante verso *E. crus-galli*, ma un controllo non completo delle più limitate presenze di *Setaria viridis*. Elevata è risultata la sua attività nei confronti delle dicotiledoni *C. album* e *P. lapathifolium*, mentre insufficiente è stata l'azione verso *F. convolvulus*. Il preparato sperimentale ha mostrato una buona compatibilità con dicamba, che ne ha integrato l'attività nei confronti delle specie dicotiledoni, ed in particolare verso le poligonacee. L'aggiunta di foramsulfuron ne ha invece migliorato l'azione graminicida, in particolare verso *S. viridis*, ma anche verso alcune dicotiledoni, come *A. retroflexus*.

Lo standard mesotrione ha confermato l'ampia efficacia dicotiledonicida e l'insufficiente azione graminicida, integrata solo con l'aggiunta della solfonilurea nicosulfuron.

I rilievi della fitotossicità hanno evidenziato ritardi di sviluppo e transitori ingiallimenti fogliari, soprattutto nelle parcelle trattate con foramsulfuron e la sua miscela con tembotrione. Il prodotto sperimentale ha manifestato una buona selettività colturale quando impiegato da solo e in miscela estemporanea con dicamba.

Prova 3 (Granarolo Emilia, anno 2010) – (tabella 3)

Al momento dell'applicazione, il campo di prova era caratterizzato da una forte infestazione della graminacea *E. crus-galli*, oltre ad una minore e meno uniforme presenza di *S. viridis*. Tra le dicotiledoni erano prevalenti *A. theophrasti*, *P. lapathifolium*, *S. nigrum* e *X. strumarium*, mentre più limitata era la presenza di *F. convolvulus*, *A. retroflexus* e *P. echinoides*.

L'applicazione di post-emergenza è stata effettuata nella prima decade di maggio, su mais allo stadio di 5^a foglia, con temperature miti ed una buona umidità del suolo e dell'aria. In tale situazione tembotrione ha evidenziato un'elevata attività devitalizzante nei confronti di *E. crus-galli* e di molte specie a foglia larga (*P. lapathifolium*, *S. nigrum*, *X. strumarium*, *P. echinoides*), ad esclusione di *F. convolvulus*; non del tutto completa è risultata la sua azione nei confronti delle piante più sviluppate di *A. theophrasti*. L'aggiunta di dicamba ne ha completato l'attività nei confronti di *F. convolvulus* e *A. theophrasti*, mantenendone inalterata l'azione graminicida. La miscela di foramsulfuron e tembotrione è risultata molto efficace nei confronti delle specie graminacee, comprese le minori presenze di *S. viridis*.

Lo standard mesotrione ha mostrato un'elevata azione dicotiledonicida ed una scarsa attività nei confronti delle graminacee. Rispetto a tembotrione, il prodotto è risultato maggiormente attivo nei confronti di *F. convolvulus* e di più completa efficacia verso *A. theophrasti*; leggermente inferiore è risultata, invece, la sua azione verso *X. strumarium* e *P. lapathifolium*.

Tembotrione ha manifestato un'elevata selettività colturale, sia quando impiegato da solo, sia quando applicato in miscela con dicamba. L'applicazione di foramsulfuron ha determinato iniziali decolorazioni fogliari e ritardi di sviluppo, che sono risultati più evidenti dove la solfonilurea è stata addizionata di una dose ridotta di tembotrione.

CONCLUSIONI

Le prove sperimentali eseguite negli anni 2008 e 2010 hanno evidenziato la buona selettività di tembotrione ed il suo ampio spettro d'azione nei confronti delle principali infestanti del

mais. Questo nuovo erbicida, appartenente al gruppo dei trichetoni, ha mostrato una rapida attività verso le principali specie infestanti dicotiledoni del mais, ad esclusione di *Fallopia convolvulus*. A differenza degli altri prodotti appartenenti allo stesso gruppo, tembotrione ha evidenziato anche una rilevante efficacia nei confronti delle infestanti graminacee annuali, in particolare verso *Echinochloa crus-galli*, con parziale attività verso *Setaria viridis*. Questa caratteristica può essere interessante soprattutto nelle strategie antiresistenza, in particolare nelle aree maidicole dove il ricorso a soli trattamenti di post-emergenza ha determinato, nel tempo, la selezione di popolazioni di giavoni meno sensibili o resistenti alle solfoniluree graminicide.

La migliore integrazione del suo spettro d'azione è stata ottenuta con l'aggiunta di dicamba, che ne ha completato l'azione nei confronti di alcune dicotiledoni, ed in particolare delle poligonacee, senza influire negativamente sull'efficacia graminicida. La miscela con foramsulfuron può invece essere utile in presenza di graminacee meno sensibili (*Setaria* spp.) ma soprattutto su infestazioni di *Sorghum halepense* da rizoma.

Grazie alla presenza, nella formulazione, dell'antidoto isoxadifen-ethyl, tembotrione ha sempre mostrato un'elevata selettività nei confronti delle varietà di mais sulle quali è stato impiegato.

LAVORI CITATI

- Blanco F.M.G., Franco G.V., Ramos Y.G., 2010. Persistencia dos herbicidas tembotrione, mesotrione e atrazina aplicados na cultura do milho. *XXVII Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas*.
- Bollman J.D., Boerboom C.M., Becker R.L., Fritz V.A., 2008. Efficacy and tolerance to HPPD-inhibiting herbicides in sweet corn. *Weed Technology*, 22, 4, 666-674.
- Dan H.A., Barroso A.L.L., Dan L.G.M., Procopio S.O., Ferreira Filho W.C., Menezes C.C.E., 2010. Tolerancia do sorgo granifero ao herbicida tembotrione. *Planta daninha*, 28, 3.
- Halford C., Hamill A.S., Zhang J., Doucet C., 2001. Critical period of weed control in no-till soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 15, 4, 737-744.
- Hall M.R., Swanton C.J., Anderson G.W., 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 40, 441-447.
- Hawkes T.R., 2007. Hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) – the herbicide target. *Modern Crop Protection Compounds, Eds.: Kramer W. and Schirmer U., Wiley-VCH*, 4,2, 211-220.
- Norsworthy J.K., Oliveira M.J., 2004. Comparison of the critical period for weed control in wide and narrow-row corn. *Weed Science*, 52, 5, 802-807.
- Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., 2010. Quando diserbare il mais in post-emergenza. *L'Informatore Agrario*, 14, 57-63.
- Schulte W., Kocher H., 2009. Tembotrione and combination partner isoxadifen-ethyl of herbicidal action. *Bayer CropScience Journal*, 62, 1, 35-52.
- Shaw D.R., Arnold J.C., 2002. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. *Weed Technology*, 16, 1-6.
- Triplett G.B., Lytle G.D., 1972. Control and ecology of weeds in continuous corn grown without tillage. *Weed Science*, 20, 5, 453-457.
- Van Almsick A., Benedet-Buchholz J., Olenik B., Willms L., 2009. Tembotrione, a new exceptionally safe cross-spectrum herbicide for corn production. *Bayer CropScience Journal*, 62, 1, 5-13.