

ULTERIORI VERIFICHE DELLA PERSISTENZA E PERCOLAZIONE DI CLOROACETAMIDI IMPIEGATE IN PRE-EMERGENZA DEL MAIS E DELLA SOIA

E. GEMINIANI, G. CAMPAGNA, T. LODI

Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università degli Studi - Viale G. Fanin, 46, 40127 Bologna
grappari@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

Si riportano i risultati di un'indagine triennale, su terreni di diversa natura (franco-sabbioso e franco-argilloso), per verificare la persistenza e percolazione di pethoxamid a confronto con altre cloroacetamidi autorizzate per il diserbo preventivo di mais e soia. La rilevazione dei residui attivi degli erbicidi è stata effettuata mediante saggi biologici in serra, seminando *Setaria italica* o *Echinochloa crus-galli* su campioni di terreno prelevati a diverse profondità ed intervalli di tempo. L'indagine ha permesso di constatare la scarsa mobilità degli erbicidi a confronto e la limitata persistenza di pethoxamid. S-metolachlor ha manifestato una persistenza superiore rispetto alle altre sostanze attive saggate.

Parole chiave: cloroacetamidi, pethoxamid, test biologici, persistenza, percolazione

SUMMARY

FURTHER INVESTIGATIONS OF PERSISTENCE AND LEACHING OF CHLOROACETAMIDES APPLIED FOR PRE-EMERGENCE WEEDING OF MAIZE AND SOYBEAN

We report the results of a three-year research on persistence and leaching of pethoxamid compared with other chloroacetamides authorized for pre-emergence weeding of maize and soybean. The treatments were carried out on different types of soil (sandy-loam and clay-loam). The detection of the active residues of the herbicides has been carried out through greenhouse biological assays, sowing *Setaria italica* or *Echinochloa crus-galli* on soil samples that had been collected at different depths and timings. The study showed the low mobility of herbicides in comparison and the short persistence of pethoxamid. S-metolachlor showed a greater persistence than the other active substances tested.

Keywords: chloroacetamides, pethoxamid, bioassay, persistence, leaching

INTRODUZIONE

Pethoxamid è un erbicida di pre-emergenza appartenente alla famiglia delle cloroacetamidi. Presentato alla conferenza di Brighton nel 2001 (Kato *et al.*, 2001) insieme ad altri erbicidi come prodotto di imminente introduzione, è attualmente autorizzato per il diserbo di mais e soia in Italia e in altri Paesi (Waligora *et al.*, 2008). Può essere impiegato per il contenimento di numerose specie infestanti graminacee e a foglia larga, in differenti condizioni pedoclimatiche (Dhareesank *et al.*, 2005; Ruggiero e Gruppo, 2008).

Con l'eliminazione o la riduzione delle dosi di erbicidi triazinici per il diserbo del mais (Rapparini *et al.*, 2006), è aumentato il ricorso all'impiego di altre soluzioni erbicide ad azione residuale, che nelle coltivazioni possono essere causa di problematiche sia di carattere ecologico-ambientale che agronomico (Rapparini *et al.*, 2002, 2006), con danni più o meno rilevanti alle colture che seguono in rotazione (Campagna e Rapparini, 2009).

La dinamica delle molecole erbicide nel suolo, intesa principalmente come persistenza agronomica e percolazione lungo i primi strati del terreno interessato dalle coltivazioni, può

essere interpretata con l'utilizzo dei saggi biologici. Questi evidenziano con sufficiente approssimazione la quantità di principio attivo e di metaboliti dotati di attività erbicida presenti nei campioni esaminati, attraverso i sintomi di fitotossicità manifestati da una pianta indicatrice (Rapparini *et al.*, 1994; Rapparini *et al.*, 1996; Campagna *et al.*, 2002; Rapparini *et al.*, 2004; Campagna *et al.*, 2006; Rapparini *et al.*, 2006; Rapparini *et al.*, 2008). La risposta ottenuta riguarda la frazione residuale libera, assorbibile dalle piante o dilavabile dal terreno, e pertanto in grado di procurare danni alle colture di successione o di inquinare le acque superficiali o di falda.

Sulla base di queste considerazioni e nell'ambito delle attività svolte dal Diproval in collaborazione con il C.R.P.V., negli ultimi tre anni è stato eseguito, attraverso saggi biologici, un monitoraggio della persistenza e percolazione di pethoxamid, nelle condizioni ambientali della regione Emilia-Romagna. Nel biennio 2007-08 questa cloroacetamide è stata impiegata in applicazioni di pre-emergenza del mais, operando su terreno franco-argilloso e franco-sabbioso. Nel 2009 la ricerca è stata estesa anche ad altre cloroacetamidi autorizzate in applicazioni di pre-emergenza del mais (S-metolachlor, acetochlor e flufenacet) e della soia (S-metolachlor), operando su terreno franco-argilloso.

MATERIALI E METODI

I trattamenti sono stati effettuati mediante barra portata, munita di ugelli a ventaglio irroranti un volume di 300 L/ha di acqua, su parcelle elementari di 18 m² ripetute due volte.

Dopo gli interventi erbicidi, a cadenza pressoché mensile, sono stati prelevati campioni di terreno in due distinte stazioni di ogni parcella (tabella 1). I prelievi sono stati eseguiti alle profondità di 0-5, 5-15, 15-30 e 30-45 cm, con l'impiego di una carotatrice meccanica. I campioni di terreno così ottenuti sono stati posti in congelatore (temperatura -18° C) per bloccare i processi di degradazione degli erbicidi. I saggi biologici sono stati effettuati contemporaneamente sui campioni di terreno prelevati in tempi e profondità differenti. Il terreno, opportunamente setacciato, è stato posto in vaschette di plastica nelle quali è stata seminata una specie vegetale sensibile alla famiglia di principi attivi ricercati e idonea a segnalarne la presenza anche in quantità infinitesimali. Contemporaneamente sono state predisposte vaschette di riferimento (diluizioni standard) trattate con quantità note e decrescenti dei principi attivi oggetto dello studio e seminate con la medesima specie.

Tabella 1. Caratteristiche chimico-fisiche dei terreni oggetto d'indagine

Località prova	Azienda	Tessitura (%)			pH	S.O. (%)	C.S.C. (meq/100 g)
		sabbia	limo	argilla			
Granarolo Emilia (BO)	Progeo (A)	22	46	32	7,9	2,37	28,9
Baricella (BO)	Poggi (B)	76	14	10	8,3	0,87	9,4

La presenza dei residui di pethoxamid è stata rilevata, nei primi due anni di prova, attraverso la specie indicatrice *Setaria italica*. Nel terzo anno di prova è stata impiegata, per il confronto fra le diverse cloroacetamidi, la graminacea spontanea *Echinochloa crus-galli*. I sintomi riscontrati sulle piantine consistevano in una riduzione di sviluppo o, alle dosi più elevate, in una mancata emergenza; sono stati osservati anche ispessimenti e malformazioni dell'apparato fogliare, associati ad una colorazione più intensa.

La fitotossicità sulle piante indicatrici è stata valutata visivamente, utilizzando la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = morte o mancata emergenza delle piante). Per confronto tra le manifestazioni fitotossiche delle piante cresciute sui campioni di campo e quelle delle piante sviluppatesi nelle diluizioni standard (in cui erano note le reali

concentrazioni dei principi attivi in esame), è stata approssimativamente stimata la concentrazione di erbicida biologicamente attivo presente nei differenti strati ed alle diverse epoche.

Tabella 2. Temperature minime e massime negli anni 2007-2008-2009

Mese	Temperatura minima media mensile (°C)					Temperatura massima media mensile (°C)				
	Az. Progeo			Az. Poggi		Az. Progeo			Az. Poggi	
	2007	2008	2009	2007	2008	2007	2008	2009	2007	2008
Marzo	1,1	2	5,1	2,8	1,4	12,8	14,9	15,4	13,8	14,2
Aprile	5,5	6,3	10,7	6,5	5,4	20,8	18,3	20,3	21,6	17,9
Maggio	9,8	11,2	14,9	11,5	10,3	24,7	24	27,6	25,5	22,7
Giugno	14	15,7	17,5	14,2	15,3	27	28,4	30,6	28	27,7
Luglio	14,7	17,8	18,6	15,8	16,8	32,4	33,1	32,6	32,7	31,9
Agosto	14,1	17,8	19,4	14,5	17,7	28,4	33,8	33	28,8	32,1

Tabella 3. Precipitazioni totali (mm) dal trattamento (T) ai diversi prelievi in campo (P) relative ai test per la determinazione dei residui di pethoxamid su mais (2007-2008)

Periodo	Terreno franco-argilloso (Az. A)		Terreno franco-sabbioso (Az. B)	
	2007	2008	2007	2008
T - P1	16,2	36,6	34,2	43,8
T - P2	108	161,2	136,6	115
T - P3	111,2	233,4	140,4	186,2
T - P4	117	250,5	156,2	199,5

Tabella 4. Precipitazioni totali (mm) dal trattamento (T) ai diversi prelievi in campo (P) relative ai test del 2009 su mais e soia (Az. A)

Coltura	Periodo			
	T - P1	T - P2	T - P3	T - P4
Mais	78,9	114,8	147,6	149
Soia	75,9 (40 da irrigaz.)	120,7	122,1	-

Andamento climatico: le temperature registrate durante l'esecuzione delle prove hanno avuto valori prossimi alle medie poliennali della zona (tabella 2). Più interessante e utile alla comprensione dei risultati ottenuti è l'osservazione della sommatoria delle precipitazioni verificatesi nei periodi intercorsi tra l'applicazione degli erbicidi in campo e i diversi prelievi di terreno (tabelle 3 e 4).

Nel primo anno di prova (2007) i mesi primaverili-estivi sono stati caratterizzati da una ridotta piovosità, con poche precipitazioni concentrate all'inizio di maggio e nella prima parte del mese di giugno.

Nel 2008 il periodo successivo alle applicazioni di pre-emergenza del mais è stato caratterizzato da precipitazioni abbastanza frequenti, ma generalmente di scarsa entità; solo a partire dalla seconda metà del mese di maggio e fino alla seconda decade di giugno le piogge sono risultate più abbondanti.

Nel 2009 si sono verificate frequenti ed intense precipitazioni nel mese di aprile, immediatamente dopo l'applicazione di pre-emergenza su mais. A partire dal mese di maggio

e durante i mesi estivi le piogge sono state limitate, con poche precipitazioni a carattere di rovescio. Ciò ha obbligato ad effettuare alcune irrigazioni di soccorso per favorire la regolare emergenza della soia, seminata a metà maggio.

RISULTATI

Valutazione del comportamento di pethoxamid negli anni 2007-2008

Il principio attivo è stato impiegato, in pre-emergenza del mais, alla dose di 1200 g/ha in entrambi i terreni. Nel primo anno di prova, caratterizzato da scarsità di precipitazioni nei mesi primaverili, tracce dei residui attivi sono state evidenziate rispettivamente fino a 107 (terreno franco-argilloso) e 117 (terreno franco-sabbioso) giorni dal trattamento erbicida. Il prodotto ha mostrato, in entrambe le condizioni pedologiche, una limitata mobilità: i residui attivi sono rimasti concentrati in massima parte nei primi 5 cm di suolo, raggiungendo lo strato sottostante (5-15 cm) solo nel suolo franco-sabbioso (tabella 5).

Nel secondo anno di prova, caratterizzato da una maggiore piovosità primaverile, pethoxamid ha evidenziato una ridotta persistenza: nel terreno franco-argilloso i residui attivi sono stati rinvenuti fino a 32 giorni dall'applicazione erbicida, limitatamente allo strato superficiale (0-5 cm); nel terreno franco-sabbioso il prodotto non è stato rilevato nemmeno al primo prelievo, eseguito a 30 giorni dal trattamento (tabella 5).

Tabella 5. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati da parcelle trattate in pre-emergenza del mais con pethoxamid (1200 g/ha p.a.) negli anni 2007 e 2008

Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Setaria italica</i>												
Profondità prelievo (cm)	Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento								Campioni di terreno trattato con diluizioni standard			
									Frazione della dose applicata in campo	ppb	Grado di fitotossicità	
											Az. A	Az. B
Anno 2007	Data appl.: 10/04 (Az. A)				Data appl.: 05/04 (Az. B)				DN	3688	8,5	8
	T+35	T+76	T+107	T+142	T+43	T+77	T+117	T+145	1/2	1844	7,5	7
									1/4	922	6	3
									1/8	461	3,5	2
	0-5	4,3	1,3	1,3	0	3,8	0,8	0,5	0	1/16	231	0,5
5-15	0	0	0	0	1	0	0	0	1/32	115	0,5	0
15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	1/64	58	0	0
30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	1/128	29	0	0
Anno 2008	Data appl.: 31/03 (Az. A)				Data appl.: 02/04 (Az. B)				DN	3688	9,3	9
	T+32	T+72	T+99	T+148	T+30	T+68	T+98	T+148	1/2	1844	7,5	8
									1/4	922	6	5,5
									1/8	461	1,5	3,5
	0-5	5,8	0	0	0	0	0	0	0	1/16	231	0,5
5-15	0	0	0	0	0	0	0	0	1/32	115	0	1
15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	1/64	58	0	0
30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	1/128	29	0	0

Tabella 6. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati a diverse profondità da parcelle trattate in pre-emergenza del mais nell'anno 2009 (Az. A)

pari come trattato in pre emergenza del mais nell'anno 2009 (P.L.R.)									
Principio attivo	Dose (g/ha di p.a.)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Echinochloa crus-galli</i>							
		Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento				Campioni di terreno trattato con diluizioni standard			
						Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Concentrazione stimata di p.a. (ppb)	
Pethoxamid	1200	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 10/04/09				DN	9,8	3688
			T+40	T+67	T+94	T+123	1/2	9,3	1844
							1/4	8,3	922
							1/8	4,5	461
		0-5	2,5	0	0	0	1/16	1	231
		5-15	0,3	0	0	0	1/32	0,5	115
		15-30	0	0	0	0	1/64	0	58
		30-45	0	0	0	0	1/128	0	29
S-metolachlor	1440	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 10/04/09				DN	9,8	4426
			T+40	T+67	T+94	T+123	1/2	9,8	2213
							1/4	9,5	1106
							1/8	8,8	553
		0-5	8,8	8,3	4,3	3	1/16	7,5	277
		5-15	4,3	1	1,3	0,3	1/32	7	138
		15-30	1,8	1	1	0	1/64	4	69
		30-45	0	0	0	0	1/128	2	35
Acetochlor	2000	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 10/04/09				DN	10	6147
			T+40	T+67	T+94	T+123	1/2	10	3073
							1/4	9,5	1537
							1/8	9,3	768
		0-5	3,5	1,5	0,5	0	1/16	8,5	384
		5-15	1,3	0	0	0	1/32	5,5	192
		15-30	0	0	0	0	1/64	2	96
		30-45	0	0	0	0	1/128	1,5	48
Flufenacet	498	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 10/04/09				DN	9,8	1531
			T+40	T+67	T+94	T+123	1/2	9	765
							1/4	8,3	383
							1/8	5,5	191
		0-5	6	4,5	0,5	0	1/16	2,5	96
		5-15	0,3	0,3	0	0	1/32	2	48
		15-30	0	0	0	0	1/64	0	24
		30-45	0	0	0	0	1/128	0	12

Valutazione del comportamento delle cloroacetamidi su mais nell'anno 2009

Nel terzo anno di prova è stato effettuato il confronto fra il comportamento di diverse cloroacetamidi autorizzate per il diserbo preventivo del mais, operando su terreno franco-argilloso ed utilizzando, come pianta indicatrice, la graminacea *E. crus-galli*. Questa specie spontanea si è dimostrata particolarmente sensibile a S-metolachlor, acetochlor e, in misura leggermente inferiore, anche a flufenacet e pethoxamid.

Le condizioni ambientali registrate nel 2009 hanno favorito, grazie alle frequenti piogge del mese di aprile, una rapida degradazione di pethoxamid, i cui residui sono stati rilevati solo al primo prelievo, eseguito a 40 giorni dall'applicazione erbicida. A seguito della rapida degradazione il prodotto non è stato rilevato negli strati più profondi, confermando la scarsa tendenza alla percolazione.

Acetochlor e flufenacet hanno evidenziato una media persistenza: i residui delle due sostanze attive sono stati rilevati, seppure in tracce, fino a 94 giorni dall'applicazione. Entrambi i prodotti hanno mostrato, al pari di pethoxamid, una limitata mobilità, raggiungendo lo strato di 5-15 cm di profondità nel primo campionamento e, per flufenacet, anche nel secondo.

Maggiore è risultata la persistenza di S-metolachlor, i cui residui sono stati rinvenuti fino all'ultimo prelievo (123 giorni dal trattamento), anche grazie alla maggiore sensibilità della pianta indicatrice a questo principio attivo. Il prodotto è stato rilevato, nei primi tre prelievi, fino allo strato di 15-30 cm, dimostrando anche una maggiore tendenza alla percolazione (tabella 6).

Tabella 7. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati a diverse profondità da parcelle trattate in pre-emergenza della soia nell'anno 2009 (Az. A)

Principio attivo	Dose (g/ha di p.a.)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Echinochloa crus-galli</i>						
		Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento				Campioni di terreno trattato con diluizioni standard		
						Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Concentrazione stimata di p.a. (ppb)
Pethoxamid	1200	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 14/05/09			DN	8,8	3688
			T+34	T+61	T+90	1/2	8	1844
						1/4	5,5	922
						1/8	4,5	461
		0-5	3	0	0	1/16	1,5	231
		5-15	0	0	0	1/32	0,5	115
		15-30	0	0	0	1/64	0	58
		30-45	0	0	0	1/128	0	29
S-metolachlor	1440	Profondità prelievo (cm)	Data appl.: 14/05/09			DN	10	4426
			T+34	T+61	T+90	1/2	9	2213
						1/4	8,5	1106
						1/8	7	553
		0-5	6,8	4,8	3,8	1/16	5,5	277
		5-15	1,8	0	0	1/32	2,5	138
		15-30	1,3	0	0	1/64	1,5	69
		30-45	0	0	0	1/128	1	35

Valutazione del comportamento delle cloroacetamidi su soia nell'anno 2009

Nel terzo anno di prova è stato effettuato anche il confronto fra il comportamento delle cloroacetamidi autorizzate su soia, operando su terreno franco-argilloso ed impiegando, come pianta indicatrice, la più sensibile *E. crus-galli*.

La semina della coltura e l'applicazione preventiva sono state seguite da un periodo siccitoso, caratterizzato da un forte innalzamento delle temperature; queste condizioni hanno reso necessari due interventi irrigui di soccorso (40 mm complessivi), per favorire l'emergenza della coltura.

Anche in queste condizioni pedoclimatiche pethoxamid ha mostrato una limitata persistenza ed assenza di percolazione; i residui attivi sono stati rilevati solo al primo campionamento (34 giorni dall'applicazione) ed esclusivamente nello strato superficiale di 0-5 cm.

I residui di S-metolachlor sono stati rinvenuti, invece, fino all'ultimo prelievo (90 giorni dal trattamento), confermando la maggiore persistenza di questa sostanza attiva. Grazie all'elevata sensibilità della pianta indicatrice è stato inoltre evidenziato un maggiore approfondimento del prodotto, i cui residui hanno raggiunto lo strato di 15-30 cm al primo prelievo (tabella 7).

CONCLUSIONI

Le indagini svolte nel triennio 2007-09 permettono di trarre alcune considerazioni sulla persistenza agronomica e sulla mobilità di pethoxamid, cloroacetamide di recente introduzione, a confronto con altre sostanze attive appartenenti alla stessa famiglia chimica.

Pethoxamid ha dimostrato, in tutte le condizioni pedoclimatiche in cui si è operato, una scarsa o nulla tendenza alla percolazione. Se si escludono le condizioni siccitose della primavera 2007, la degradazione del prodotto è sempre stata rapida in entrambe le tipologie di suolo, sia su mais che su soia.

Tra le cloroacetamidi impiegate per il diserbo preventivo del mais, acetochlor e flufenacet hanno mostrato una media persistenza, superiore a quella di pethoxamid, ed una altrettanto limitata tendenza alla mobilità lungo il profilo del suolo. Maggiore è risultata la persistenza di S-metolachlor, i cui residui sono stati evidenziati fino all'ultimo prelievo (a circa quattro mesi dall'applicazione su mais e tre mesi da quella su soia), anche grazie all'elevata sensibilità della pianta indicatrice a questo principio attivo. Il prodotto si è approfondito fino allo strato di 15-30 cm, dimostrando una tendenza alla percolazione leggermente superiore rispetto alle sostanze attive a confronto.

I risultati di questa indagine su pethoxamid ed altre cloroacetamidi permettono di escludere la possibilità di danni alle colture in successione, anche in considerazione delle lavorazioni di preparazione dei letti di semina che vengono normalmente effettuate dopo la trebbiatura del mais e della soia. Anche dal punto di vista ambientale si può affermare che tali prodotti non dovrebbero costituire un rischio di inquinamento per le acque, in quanto sono degradati durante il loro processo di approfondimento lungo il profilo del suolo.

LAVORI CITATI

- Campagna G., Marchi F., Paci F., Rapparini G., 2002. Studio con test biologici sulla persistenza e percolazione di erbicidi di pre e post-emergenza del mais. *L'Informatore Fitopatologico*, 1.
- Campagna G., Paci F., Fabbi A., Rapparini G., 2006. Studio in colonna della percolazione di alcuni diserbanti residuali del mais. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 591-598.
- Campagna G., Rapparini G., 2009. Ruolo della tecnica agronomica sull'attività degli erbicidi residuali. *L'Informatore Agrario*, 46, 55-59.

- Dhareesank A., Kobayashi K., Usui K., 2005. Phytotoxic activity of pethoxamid in soil under different moisture conditions. *Weed Biology and Management*, 5 (4), 197-202.
- Kato S., Kitajima T., Okamoto H., Kobutani T., 2001. Pethoxamid - a novel selective herbicide for maize and soybean. *In*: Conference proceedings – British Crop Protection Council, Brighton, UK, vol. 1, 23-28.
- Rapparini G., Campagna G., Balestri L., Pizzi M., 1994. Studio con test biologici della persistenza e della percolazione delle solfoniluree del mais. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 97-104.
- Rapparini G., Campagna G., Balestri L., Pizzi M., 1996. Studio con test biologici della persistenza e della percolazione di fomesafen, acifluorfen e imazetapir impiegati in post-emergenza della soia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 81-88.
- Rapparini G., Campagna G., Campagna S., 2002. Sensibilità di colture di sostituzione a erbicidi impiegati su mais e altre sarchiate. *L'Informatore Agrario*, 14, 83-87.
- Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., 2006. Danni alle colture di successione. *L'Informatore Agrario*, 3, 66-70.
- Rapparini G., Fabbi A., Bonetti M., Campagna G., 2004. Etude de la persistance et de la percolation dans le sol de la mésotrione, de la sulcotrione et de l'isoxaflutole appliquées sur maïs. *AFPP - Dix-neuvième Conférence du COLUMA*, Dijon. Resumes, 1, 66.
- Rapparini G., Fabbi A., Campagna G., 2006. Caratteristiche biologiche della sostanza terbutilazina: efficacia e selettività. *In*: Caratteristiche agronomiche, economiche e ambientali dei diserbanti del mais: il caso di studio della terbutilazina. Ed. Agronomica - Coop Terremerse.
- Rapparini G., Geminiani E., Romagnoli S., 2008. Verifiche preliminari delle persistenza e percolazione di acetoclor e dimethenamid-p impiegati su mais e di clomazone e metazachlor su patata. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 97-104.
- Ruggiero P., Gruppo A., 2008. Pethoxamid: nuova soluzione erbicida di pre-emergenza per il mais e la soia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 355-360.
- Waligora H., Szulc P., Skrzypczak W., 2008. Effectiveness of chemical weed control in sugar maize cultivation without triazyn. *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura*, 7 (1), 111-118.