

VERIFICA DELLA PERSISTENZA D'AZIONE NEL TERRENO DEI GRAMINICIDI FOGLIARI

G. CAMPAGNA, D. BARTOLINI, 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

Si riportano i risultati relativi a 4 anni di prove condotte in serra e in pieno campo sulla verifica della persistenza d'azione nel terreno dei principali graminicidi fogliari utilizzati per il diserbo delle colture a foglia larga e dei cereali vernini. Lo scopo principale delle prove era quello di individuare i tempi di attività residua dei graminicidi nei confronti delle principali graminacee prima dell'emergenza dal terreno, tra cui in particolare *Echinochloa crus-galli*. I risultati conseguiti in differenti condizioni pedoclimatiche hanno dimostrato che la maggior parte dei graminicidi fogliari esplica un'azione residuale che permette di contenere le infestazioni di graminacee non ancora emerse per un periodo superiore alle 3 settimane, in particolare per i cicloesenoni, fluazifop-p-butile e alossifop-R. Dalla verificata azione residua dei graminicidi scaturiscono importanti risvolti agronomici relativi al pericolo di danneggiare colture graminacee seminate dopo la loro distribuzione (es. sorgo o mais), ma soprattutto agli aspetti favorevoli riguardanti il possibile contenimento delle infestanti graminacee a nascita scalare con un unico e anticipato trattamento alla coltura.

Parole chiave: *Echinochloa crus-galli*, graminacee, graminicidi, residui, persistenza

SUMMARY

STUDY OF THE GRASS-HERBICIDES PERSISTENCE IN THE SOIL

Results of greenhouse and field trials in order to study the action persistence in the soil of the grass-herbicides sprayed on the leaves of the crops are reported. The principal objective of the trials was to evaluate the residual activity time of the grass-herbicides in pre-emergence of the grass-weeds, in particular *Echinochloa crus-galli*. The results obtained in different conditions showed a residual activity of the grass-herbicides. They can have about three weeks of weed control, in particular cycloxydim, sethoxydim, clethodim, tralkoxydim, fluazifop-p-butyl and haloxyfop-R. The residual activity of the grass-herbicides can cause phytotoxicity to grass-crops (sorghum or corn) in pre-sowing or in pre-emergence applications. On the other hand, it is possible to control the grass-weeds with an unique and anticipated post-emergence treatment.

Key words: *Echinochloa crus-galli*, grass-weeds, grass-herbicides, residues, persistence

INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi decenni, la disponibilità dei graminicidi fogliari per il contenimento delle infestanti graminacee delle colture a foglia larga e dei cereali vernini ha permesso di risolvere con successo numerosi problemi di diserbo rimasti nel tempo irrisolti (Rapparini *et al.*, 1981). Ciò ha permesso di soppiantare progressivamente e completamente la scerbatura manuale riducendo i costi di gestione e incrementando nel contempo le produzioni quali-

quantitative delle colture. L'introduzione di nuovi principi attivi e il successivo affinamento della tecnica di diserbo con lo studio della miscibilità, la verifica dell'utilità degli attivanti, la messa a punto delle strategie di intervento e delle dosi in funzione del momento dell'applicazione, delle specie infestanti presenti e del loro stadio di sviluppo (Campagna *et al.*, 1994; Campagna *et al.*, 1996; Campagna *et al.*, 1998; Tallevi *et al.*, 1998), hanno portato ad una complessiva razionalizzazione del diserbo chimico delle infestanti graminacee.

Per contro, talvolta sono stati osservati lievi danni da fitotossicità su colture graminacee seminate prima o dopo la distribuzione di graminicidi specifici su colture attigue. Ciò ha motivato la verifica della persistenza dell'azione graminicida dei più diffusi principi attivi specifici utilizzati sulle colture a foglia larga e anche sui cereali vernini, allo scopo di chiarirne i risvolti agronomici sia negativi che positivi. Tra i primi vi è sicuramente il pericolo di poter incorrere in danni nei confronti di eventuali colture graminacee di sostituzione o seminate in prossimità delle colture diserbate con i graminicidi specifici. Di notevole importanza ai fini pratici risulta invece la capacità di contenere le plantule infestanti non ancora nate in funzione di strategie di intervento frazionate e anticipate allo scopo di ridurre le dosi di applicazione e di ottimizzare gli interventi.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state effettuate in provincia di Bologna nel corso dell'anno 1996 in serra e in campo, e nel triennio 2000-2002 in campo su terreni di medio impasto (tabella 1).

In serra si è operato a due livelli: nel primo applicando i graminicidi (tabella 2), mediante banco traslatore che distribuiva un volume di 400 l/ha di acqua, su terreno disposto in cassetine in cui erano state seminate alcune specie graminacee: *Digitaria sanguinalis* (DIGSA), *Lolium multiflorum* (LOLMU), *Sorghum halepense* (SORHA), *Setaria glauca* (SETGL) ed *Echinochloa crus-galli* (ECHCG). Nel secondo gruppo di prove sono state seminate *D. sanguinalis*, *E. crus-galli* e *Avena ludoviciana* (AVELU) in cassetine di terreno prelevato in campo a una profondità di 0-10 e 10-20 cm dalle parcelle in cui erano stati applicati 20 giorni prima i graminicidi fogliari. I rilievi sono stati eseguiti sulle specie graminacee valutando il grado di efficacia osservato sulle diverse piantine nate nelle cassetine contenenti il terreno di medio impasto.

In campo si è operato su schemi sperimentali impostati a blocchi randomizzati, con parcelle elementari di superficie variabile da 16 a 24 metri quadrati replicate 3-4 volte. Le applicazioni erbicide sono state eseguite su terreno nudo e dopo la semina di sorgo, epoca in cui generalmente ha inizio l'emergenza delle graminacee estive. Gli interventi sono stati effettuati con barra portata dotata di ugelli a ventaglio che irroravano un volume di acqua di 400 l/ha. I rilievi floristici sono stati effettuati mediante il conteggio delle infestanti graminacee presenti nelle parcelle e la stima visiva in % del grado di efficacia. I rilievi della selettività colturale sono stati effettuati mediante conteggio del numero di piante emerse e stima dei sintomi di fitotossicità rilevati periodicamente sulla coltura, mediante scala empirica 0-10 (0=nessun sintomo; 10=coltura completamente distrutta).

Il decorso climatico è stato caratterizzato nel periodo dell'epoca delle applicazioni graminicide da limitata piovosità nel corso degli anni 1996, 2000 e 2001, mentre molto più abbondanti sono state le precipitazioni registrate nel 2002 (tabella 1). Le più basse temperature dell'aria e del suolo, che hanno caratterizzato l'epoca delle applicazioni erbicide e il periodo successivo nel corso dell'anno 2001, hanno causato una più scalare emergenza e una più lenta crescita della coltura e delle graminacee presenti, tra cui in particolare *E. crus-galli*.

Tabella 1 – Condizioni pedoclimatiche registrate nel corso delle prove

Data trattamento	Condizioni terreno e temperatura a T + 0 (strato 0-5 cm)	Piovosità cumulata		
		T + 10 ⁽¹⁾	T + 20	T + 30
12/05/96	secco/21°C	0	9	17
23/04/00	secco/17°C	10	25	25
06/04/01	umido/12°C	14	29	37
14/04/02	bagnato/15°C	46	85	114

Terreno di medio impasto: argilla 23 % - limo 48 % - sabbia 29 % - sostanza organica 1,7 %

(1) Giorni dopo il trattamento

Tabella 2 – Graminici utilizzati nel quadriennio di prove

Graminici		Colture diserbate	Dosi utilizzate di f.c. e di p.a./ha			
Principio attivo (p.a.) e nome commerciale	g/l		1996		2000-2001-2002	
			l/ha f.c.	g p.a./ha	l/ha f.c.	g p.a./ha
Ciclossidim (Stratos)	200	a foglia larga	1,5	300	1-2	200-400
Setossidim (Grasidim)	185	a foglia larga	1,8	333	1,25-2,5	231-462
Cletodim (Select)	236,15	a foglia larga	0,9	212,5	0,6-1,2	142-284
Fluazifop-p-butile (Fusilade N13)	125	a foglia larga	2	250	1,25-2,5	156-312
Alossifop-etossietile (Gallant)	125	a foglia larga	1,5	187,5	1-2	125-250
Quizalofop-etile isomero D (Targa Gold)	50	a foglia larga	1,5	75	1-2	50-100
Propaquizafop (Agil)	100	a foglia larga	1,2	120	0,8-1,6	80-160
Fenoxaprop-p-etile (Whip S)	69	a f. l.+ cereali	1,9	131,1	1,25-2,5	86-172
Tralossidim (Grasp)	250	cereali vernini	-	-	1,7-3,4	425-850
Clodinafop-propargile (Topik 240 EC)	240	cereali vernini	-	-	0,2-0,4	48-96
Metolaclor (Erbifos)	960	mais, soia, ecc.	-	-	0,5-1	480-960

RISULTATI

Anno 1996 - Verifica della persistenza d'azione in serra (tabella 3)

Dalle prove eseguite in serra su cassettoni contenenti terreno di medio impasto in cui erano stati distribuiti i graminici fogliari dopo la semina di *D. sanguinalis*, *L. multiflorum*, *S. halepense*, *S. glauca* e *E. crus-galli*, sono stati ottenuti i seguenti risultati: tutte le specie graminacee seminate hanno manifestato sintomi di fitotossicità durante l'emergenza, avvenuta in un periodo variabile da 7 a 10 giorni, e durante le prime fasi di sviluppo. La maggiore intensità dei sintomi è stata rilevata a circa 20 giorni dall'applicazione erbicida, quando in alcuni casi si è registrata una completa mortalità delle piantine. In particolare *D. sanguinalis* e *L. multiflorum* con la distribuzione di ciclossidim e cletodim, ma anche di setossidim e fluazifop-p-butile, sono morte durante la fase di emergenza. *S. halepense*, *S. glauca* e *E. crus-galli* invece, sono riuscite ad emergere, anche se sono quasi completamente necrotizzate dopo

un vistoso arrossamento fogliare. Molto gravi sono apparsi i sintomi, fino al completo arresto dello sviluppo vegetativo, con alossifop-R verso tutte le graminacee e propaquizafop nei confronti di *D. sanguinalis* e *E. crus-galli*. Meno efficace è risultata l'azione di quizalofop-etile isomero D e di fenoxaprop-p-etile verso tutte le specie graminacee, che dopo un'iniziale fase di rallentamento dello sviluppo, con ingiallimenti e arrossamenti diffusi, nonché parziali necrosi dei tessuti, hanno ripreso un certo vigore vegetativo.

Anno 1996 – Verifica della persistenza d'azione in campo mediante test biologici (tabella 4)

Dai campioni di terreno prelevati in campo alle profondità di 0-10 e 10-20 cm dopo 20 giorni dalla distribuzione dei graminicidi, sono stati ottenuti in serra mediante test biologici previa semina di *D. sanguinalis*, *E. crus-galli* e *A. ludoviciana*, i seguenti risultati: tutti i graminicidi distribuiti sono stati rilevati con le specie test nello strato di terreno prelevato a 0-10 cm, ma non in quello di 10-20 cm. In particolare ciclossidim, ma anche fluazifop-p-butile e alossifop-R hanno causato i più evidenti sintomi di fitotossicità sulle piantine durante la fase di emergenza avvenuta in circa una settimana. I rallentamenti dello sviluppo e gli ingiallimenti fogliari, localizzati in particolare nella parte basale della prima foglia, si sono manifestati con la maggiore intensità dopo circa 3 settimane dalla semina. Più transitori sono apparsi i sintomi con l'applicazione di cletodim, setossidim e anche di propaquizafop limitatamente a *D. sanguinalis* e *E. crus-galli*; trascurabili i sintomi evidenziati con l'impiego di quizalofop-etile isomero D e di fenoxaprop-p-etile. Complessivamente si è rilevata una minore sensibilità verso i graminicidi da parte di *A. ludoviciana* rispetto a *D. sanguinalis* e *E. crus-galli*.

Triennio 2000-2002 – Verifica della persistenza d'azione in campo (tabella 5)

Nei confronti di *E. crus-galli* che al momento delle applicazioni graminicide si trovava in fase di rigonfiamento del seme o in via di germinazione, si è potuto osservare che tutti i graminicidi hanno causato un'evidente azione di rallentamento dell'emergenza e dello sviluppo vegetativo, con arrossamenti fogliari diffusi e necrosi dei tessuti meristemati. Più in particolare i sintomi più evidenti sono stati rilevati con l'applicazione di ciclossidim, ma anche di setossidim, cletodim, fluazifop-p-butile, alossifop-R e tralcossidim, con danni superiori rispetto all'applicazione di metolaclor preso come erbicida di riferimento. Meno persistenti sono apparsi quizalofop-etile isomero D, fenoxaprop-p-etile e clodinafop-propargile, in particolare alle dosi minori di applicazione, dove hanno causato sintomi più lievi, seppure evidenti, nei confronti di *E. crus-galli*. Nel periodo compreso tra 20 e 30 giorni dalla distribuzione in campo dei graminicidi, epoca in cui nel testimone non trattato le piantine di *E. crus-galli* avevano sviluppato le prime foglie, si è potuto rilevare il più evidente grado di fitotossicità nei confronti della graminacea infestante. Le successive emergenze di *E. crus-galli* non hanno manifestato sintomi d'azione graminicida, e molte piantine che erano ingiallite in precedenza hanno ripreso il normale sviluppo vegetativo, in particolare con le dosi inferiori di applicazione dei graminicidi che avevano evidenziato una minore persistenza d'azione. Nei riguardi del comportamento residuale dei graminicidi fogliari e del loro grado d'azione per via radicale, va rilevato che nel corso della primavera dell'anno 2001, caratterizzata da un decorso stagionale più freddo e umido, con conseguente rallentamento dell'emergenza e della crescita di *E. crus-galli*, i sintomi d'azione sono apparsi meno evidenti.

Triennio 2000-2002 – Selettività colturale (figura 1)

Riguardo alla selettività colturale rilevata su sorgo seminato prima dell'applicazione erbicida, si è potuto evidenziare che tutti i graminicidi possono danneggiare questa coltura. Dai rilievi effettuati si è potuto evidenziare che a seguito di un'emergenza stentata e rallentata, le piantine di sorgo manifestavano arrossamenti fogliari diffusi a cui seguivano spesso rallentamento dello sviluppo e necrosi dei meristemi apicali, accompagnato dalla morte di

alcune piantine entro 2-3 settimane dall'applicazione graminicida, in particolare con i cicloesenoni ciclossidim, setossidim, cletodim e tralcossidim, ma anche con fluazifop-p-butile e alossifop-R. Meno gravi sono apparsi i sintomi con l'impiego degli altri graminicidi, anche rispetto a metolaclor. Come evidenziato con *E. crus-galli*, i sintomi di fitotossicità osservati su sorgo sono stati meno gravi nel corso dell'anno 2001, caratterizzato da una piovosità più uniformemente distribuita e da temperature più basse che hanno allungato i tempi di emergenza e rallentato lo sviluppo della coltura.

Tabella 3 – Risultati dell'efficacia su graminacee trattate in pre-emergenza

Graminici	g/ha di p.a.	Grado di attività in % a T+20					
		DIGSA	LOLMU	SORHA	SETGL	ECHCG	Media
Ciclossidim	300	100	99	87	86	89	92
Setossidim	333	96	95	81	80	85	87,3
Cletodim	212,5	100	98	79	82	85	88
Fluazifop-p-butile	250	98	92	89	83	95	94
Alossifop-etossietile	187,5	85	84	81	79	95	87
Quizalofop-etile isomero D	75	55	52	45	42	59	53
Propaquizafop	120	86	44	47	45	75	69,3
Fenoxaprop-p-etile	131,1	61	32	38	41	40	46,3
Non trattato	-	0	0	0	0	0	0
Media trattati		85,1	74,5	68,4	67,3	77,9	77,1

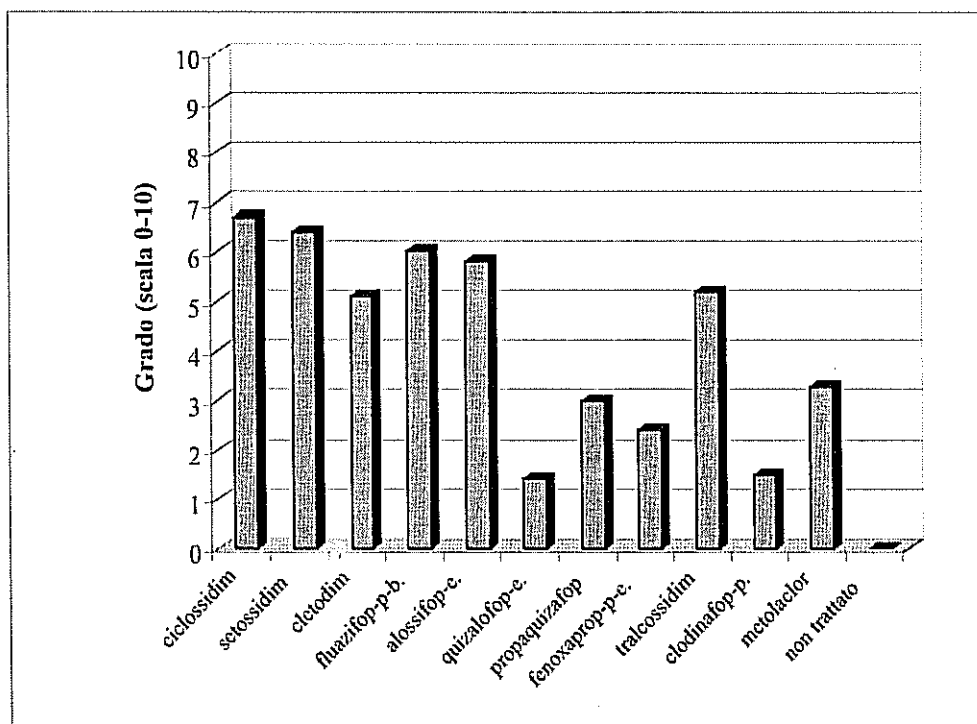
Tabella 4 – Risultati dell'efficacia su graminacee seminate in campioni di terreno prelevati 20 giorni dopo il trattamento

Graminici	g/ha di p.a.	Grado di attività (scala empirica 0-10)				
		DIGSA	ECHCG	AVELU	Media	
		0-10 cm	0-10 cm	0-10 cm	0-10 cm	10-20 cm
Ciclossidim	300	2,1	2,5	1,9	2,2	0
Setossidim	333	1,5	1,4	1	1,3	0
Cletodim	212,5	1,1	1,2	0,8	1,0	0
Fluazifop-p-butile	250	2,2	2,3	1,8	2,1	0
Alossifop-etossietile	187,5	1,7	1,8	1,6	1,7	0
Quizalofop-etile isomero D	75	0,6	0,8	0,1	0,5	0
Propaquizafop	120	0,9	1	0,2	0,7	0
Fenoxaprop-p-etile	131,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0
Non trattato	-	0	0	0	0	0
Media trattati		1,3	1,4	0,9	1,2	0

Tabella 5 – Risultati dell'efficacia su ECHCG trattato in pre-emergenza

Graminici	g/ha di p.a.	Grado di attività in % su ECHCG					
		T = 23-04-2000	T = 06-04-2001		T = 14-04-2002		media
		T + 30	T + 20	T + 30	T + 20	T + 30	T + 30
Ciclossidim	200	97	15	16	77	81	64,7
	400	100	21	48	98	99	82,3
Setossidim	231	62	2	9	62	59	43,3
	462	96	8	42	92	95	77,7
Cletodim	142	64	0	10	56	58	44
	284	91	3	39	82	87	72,3
Fluazifop-p-butile	156	59	18	21	57	54	44,7
	312	85	35	39	76	81	68,3
Alossifop-etossietile	125	67	4	12	71	65	48
	250	89	34	52	89	92	77,7
Quizalofop-etile isom. D	50	18	0	5	7	7	10
	100	29	9	18	21	16	21
Propaquizafop	80	35	15	19	19	10	21,3
	160	57	22	26	22	33	38,7
Fenoxaprop-p-etile	86	22	0	3	22	18	14,3
	172	37	5	17	39	31	28,3
Tralossidim	425	54	11	23	48	57	44,7
	850	85	19	41	71	82	69,3
Clodinafop-propargile	48	12	0	6	5	10	9,3
	96	26	5	15	11	22	21
Metolaclor	480	19	9	27	12	29	25
	960	52	14	59	47	61	57,3
Non trattato	-	0	0	0	0	0	0
Media		57,1	11,3	24,9	49,3	52,1	44,7

Figura 1 – Fitotossicità media rilevata su sorgo nel triennio 2000-2002 a 30 giorni dalla semina



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Al termine di questo ciclo di prove sperimentali, condotte in serra e in pieno campo allo scopo di verificare l'effettiva azione residuale dei graminicidi fogliari impiegati sulle colture a foglia larga e sui cereali vernini, è possibile trarre alcune importanti considerazioni di carattere operativo e agronomico.

Innanzitutto i cicloesenoni hanno evidenziato una persistenza d'azione superiore rispetto agli erbicidi appartenenti alla famiglia chimica degli arilossifenossipropionati, se si eccettuano fluazifop-p-butile e alossifop-R per una più spiccata azione residuale. Questa maggiore fitotossicità verso le specie graminacee non ancora emerse prima del trattamento fogliare si è riscontrata ripetutamente nei confronti della maggior parte delle specie infestanti e del sorgo. Meno differenziato invece è apparso il grado di sensibilità delle specie graminacee nei confronti dei singoli principi attivi, come si è potuto evidenziare dalle prove eseguite in serra, in cui *S. halepense*, *S. glauca* e *A. ludoviciana* hanno manifestato una minore sensibilità verso la generalità dei graminicidi. Più evidente in ogni caso è stato l'effetto legato al singolo prodotto chimico verso tutte le graminacee rispetto alla differente sensibilità specifica. Una maggiore azione residuale è stata esercitata dai graminicidi per "effetto dose", come si è potuto evidenziare nel triennio di prove condotte in campo nei confronti di *E. crus-galli* e del sorgo. Per quanto riguarda l'influenza del decorso climatico sugli effetti residuali dei graminicidi, si è potuto riscontrare che nel corso dell'annata più fredda, dove le piante sono emerse più lentamente e scalarmente, l'azione è risultata più ridotta e con manifestazioni fitotossiche meno evidenti.

Il grado d'azione residuale che si è riscontrato con l'impiego dei graminicidi fogliari può pertanto essere considerato favorevolmente nel corso dell'impostazione delle strategie di intervento per il contenimento delle graminacee infestanti, dove un moderato anticipo degli interventi rispetto al periodo di emergenza delle graminacee permette di contenere ugualmente l'infestazione, potendo utilizzare nel contempo dosi inferiori di erbicida su malerbe a uno stadio di sviluppo più ridotto e limitare la potenziale competizione nei confronti della coltura.

Sotto il punto di vista agronomico occorre tuttavia prestare particolare attenzione nel caso si debba procedere a riseminare una coltura graminacea dopo la distribuzione dei graminicidi fogliari, ma anche durante l'applicazione su colture prossime a graminacee da seminare o non ancora emerse, che per effetto deriva potrebbero subire danni da fitotossicità.

LAVORI CITATI

CAMPAGNA G., MONTANARI G., RAPPARINI G., 1994. Studio della miscibilità fra i diserbanti graminicidi e dicotiledonici di post-emergenza della barbabietola da zucchero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 291-298.

CAMPAGNA G., BARTOLINI D., RAPPARINI G., 1996. Studio della miscibilità fra diserbanti graminicidi e dicotiledonici di post-emergenza della soia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 381-388.

CAMPAGNA G., BALESTRI L., TALLEVI G., 1996. Studio della miscibilità di triflusal-furon-metile con i graminicidi specifici della barbabietola da zucchero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 373-380.

CAMPAGNA G., TALLEVI G., RAPPARINI G., 1998. Ulteriori aggiornamenti sullo studio della miscibilità tra i diserbanti graminicidi e dicotiledonici di post-emergenza della barbabietola da zucchero: II° contributo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 381-386.

TALLEVI G., CAMPAGNA G., RAPPARINI G., 1998. Verifica dell'utilità degli attivanti nell'impiego dei graminicidi specifici. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 357-362.

RAPPARINI G., CASAGRANDE M., LAZZARI G., 1981. Prove di lotta contro le infestanti graminacee della bietola con trattamenti di pre-semina e pre-emergenza. *Atti SILM*, 295-307.