

## STUDIO CON TEST BIOLOGICI DELLA PERSISTENZA E DELLA PERCOLAZIONE DELLE SULFONILUREE DEL MAIS.

G. RAPPARINI, G. CAMPAGNA<sup>(1)</sup>, L. BALESTRI<sup>(1)</sup>, M. PIZZI<sup>(1)</sup>

Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agro-Alimentare -  
Università degli Studi di Bologna

### RIASSUNTO

Si riferisce di un'indagine biennale sulla persistenza e mobilità di tifensulfuron-metile, rimsulfuron, nicosulfuron, primisulfuron applicati in post-emergenza del mais su terreni sabbiosi e di medio-impasto. La rilevazione dei residui attivi, eseguita mediante semina di *Foeniculum vulgare*, su campioni di terreno prelevati a diverse profondità e intervalli di tempo, ha permesso di constatare un'elevata persistenza di primisulfuron, una più ridotta di nicosulfuron e quella trascurabile di tifensulfuron-metile e rimsulfuron. Tutti gli erbicidi saggati hanno manifestato una notevole percolabilità nel terreno.

### SUMMARY

#### STUDY OF PERSISTENCE AND PERCOLATION WITH BIOASSAY OF CORN SULFONILUREAS

The results of a research on persistence and mobility of thifensulfuron-methyl, rimsulfuron, nicosulfuron, primisulfuron, applied in postemergence of corn in sandy and sandy-loam soils are reported. The presence of active residues was determined by a bioassay using *Foeniculum vulgare* as a test-plant on soil samples collected at varying depths. Results show that the persistence of primisulfuron is very long, followed at a distance by nicosulfuron. On the other hand, thifensulfuron-methyl and rimsulfuron are short lived. All of tested herbicides appeared to have a high percolation in the soil.

### INTRODUZIONE

Le sulfoniluree sono una famiglia relativamente recente di erbicidi, caratterizzata da un'alta attività biologica e da un basso dosaggio di applicazione (Beyer *et al.*, 1987). La conoscenza della degradazione e della mobilità nel suolo di questi principi attivi è molto importante per limitare i rischi di causare danni alle colture poste in successione e di inquinare le acque di falda (Zimdahl *et al.*, 1984). La degradazione delle sulfoniluree nel terreno, e quindi la quantità di residui presenti dopo un determinato periodo di tempo, dipende non solo da fattori direttamente legati al trattamento, quali natura del prodotto, tipo di formulazione e dose applicata, ma anche da fattori dipendenti dall'ambiente (temperatura, precipitazioni, insolazione) e dalle caratteristiche chimico-fisiche-biologiche del terreno (tessitura, sostanza organica, pH, microflora, ecc.). Il comportamento degli erbicidi nel suolo è stato preso in considerazione con studi ed osservazioni sia di tipo agronomico (Vicari *et al.*, 1991) che chimico. Siccome la possibilità di analizzare le sulfoniluree nel terreno con metodi analitici è limitata dal basso dosaggio di impiego (inferiore di 100-200 volte rispetto agli altri principi attivi) e dalla breve semivita, i saggi biologici sono usati con successo per determinare sia la persistenza che la percolazione di questi erbicidi. Le metodiche biologiche hanno riscosso crescente interesse per

<sup>(1)</sup> Borsisti E.R.SO. presso il Centro di Fitofarmacia dell'Università di Bologna

l'economicità rispetto a quelle chimiche, la praticità e l'attendibilità delle risposte che è possibile ottenere e per l'ottima correlazione fra pianta test e quantità di residuo presente nei campioni esaminati (Rapparini *et. al.*, 1991). Il test biologico consente infatti di stabilire la presenza e, con buona approssimazione, la quantità di erbicida in un substrato in base alla risposta fornita da un organismo vivente (o sua parte) opportunamente scelto, posto a contatto con la sostanza stessa. Allo scopo di verificare persistenza e percolazione delle sulfoniluree impiegate su mais, negli anni 1992 e 1993, sono state eseguite indagini in diversi tipi di terreno e in diverse condizioni ambientali. In via preliminare nel 1991 è stata effettuata una prova per mettere a punto una metodologia standardizzata per la rilevazione dei residui attivi nel suolo. Più in particolare si è ricercata una pianta test che avesse i requisiti di alta energia germinativa, elevata sensibilità a dosi infinitesimali di diserbante ed evidente sintomo fitotossico ripetibile nel tempo.

## MATERIALI E METODI

Nel 1992 sono state eseguite in campo due prove, di cui la prima su mais in coltura principale su terreno sabbioso, e la seconda su mais irriguo di secondo raccolto su terreno di medio impasto, mentre nell'anno 1993 si è operato su un terreno di medio impasto con mais a semina primaverile. In tutte le prove gli erbicidi sono stati distribuiti, alle normali dosi di impiego, su parcelle di 24 m<sup>2</sup> ripetute due o più volte, mentre limitatamente alla prova effettuata nel 1993 sono state applicate anche dosi doppie, allo scopo di simulare eventuali sovradosaggi. Gli erbicidi sono stati distribuiti in post-emergenza con un volume di 500 l/ha di acqua, mediante barra trainata munita di ugelli a ventaglio. Parallelamente alle prove di campo, si è proceduto al prelievo di campioni di terreno a regolari intervalli di tempo e alle profondità di 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm, per saggiare in serra mediante biotest la persistenza e la percolazione dei diversi principi attivi. Il terreno prelevato è stato collocato in sacchetti di polietilene e conservato in congelatore in attesa di essere analizzato. Successivamente, previo scongelamento in ambiente controllato, è stato sminuzzato in omogenee particelle per favorire una semina più precisa ed una uniforme emergenza delle piante spia. Il terreno così preparato è stato posto in cassetine di plastica con una capacità volumetrica di 800 cc, nel quale si è provveduto a disporre su due file a profondità costante una quantità ottimale e standard di seme di finocchio (*Foeniculum vulgare*), la specie test ritenuta più sensibile e idonea all'analisi biologica delle sulfoniluree prese in esame. Per permettere un regolare sviluppo delle piantine le cassetine seminate sono state mantenute in ambiente controllato (circa 20-25° C con il 60-80% di U.R.), mentre per prevenire attacchi fungini è stata distribuita una miscela anticrittogamica a base di propamocarb + carbendazim alla semina, mentre è stato impiegato iprodione all'emergenza. Per risalire alla concentrazione di erbicida nei campioni analizzati si sono confrontati i sintomi manifestati dalle piante test seminate con quelli apparsi sulle stesse nel terreno trattato con dosi decrescenti (diluizioni standard) dei formulati oggetto di prova. Per ciascun tipo di terreno e per ogni data di prelievo sono stati rilevati a intervalli di tempo regolari il grado di fitotossicità mediante una scala empirica di valori da 0 a 10 (vedi tab. 3)

## RISULTATI

### Anno 1992

L'andamento stagionale verificatosi nel periodo primaverile estivo è stato caratterizzato da frequenti precipitazioni piovose e da elevate temperature. In tale contesto climatico, i dati ottenuti attraverso l'analisi biologica dei residui presenti nei campioni prelevati su terreno sabbioso, hanno permesso di constatare che:

- primisulfuron ha manifestato un'elevata capacità di approfondimento lungo il profilo del suolo; infatti dopo soli 27 giorni dal trattamento è stato ritrovato nello strato di terreno prelevato a 10-20 cm. e successivamente anche a 20-40 cm di profondità. Notevole è risultata la persistenza d'azione sia negli strati superficiali che in quelli sottostanti dove il prodotto era

percolato, tanto da essere presente ancora ad elevate concentrazioni fino al quarto prelievo effettuato a 121 giorni dal trattamento.

- nicosulfuron ha presentato, similmente al primisulfuron, un'elevato grado di mobilità nel terreno oggetto di studio, mentre più accelerata è risultata la sua dissipazione, seppure minime tracce attive siano state rilevate nello strato superficiale dopo 121 giorni dalla distribuzione.
- rimsulfuron e tifensulfuron-metile hanno mostrato un analogo comportamento per quanto riguarda la percolazione e la persistenza, manifestando una media capacità di approfondimento ed una breve residualità, tanto da non essere più rintracciati dopo 90 giorni dal trattamento.

Dalle analisi dei campioni provenienti da mais di secondo raccolto coltivato su terreno di medio-impasto è emerso che:

- primisulfuron, nonostante la presenza medio-alta di argilla, in conseguenza delle irrigazioni effettuate dopo il trattamento, non è stato trattenuto negli strati superficiali, tanto da essere presente in elevata concentrazione nello strato di 20-40 cm dopo soli 33 giorni dalla distribuzione dell'erbicida. La concentrazione di questa sulfonilurea nell'ultimo prelievo effettuato in autunno dopo 94 giorni dal trattamento è trascurabile fatta eccezione per gli strati superficiali dove era presente in maggiore quantità.
- nicosulfuron è percolato in misura minore rispetto al precedente principio attivo, in quanto, non è mai stato rilevato oltre i 20 cm di profondità, mentre per quanto concerne la persistenza il prodotto è risultato attivo fino a 94 giorni.
- rimsulfuron e tifensulfuron-metile hanno manifestato una limitata persistenza riscontrata chiaramente fino a 70 giorni. Le cause di questa più lenta degradazione è da imputare alle condizioni più fredde e siccitose dell'autunno. Per quanto concerne invece il loro approfondimento nel terreno si è potuto constatare che rimsulfuron si è approfondito meno di tifensulfuron-metile.

#### Anno 1993

L'andamento termopluviometrico verificato dopo la distribuzione degli erbicidi è stato caratterizzato da temperature notevolmente superiori alla media stagionale e da ridotte precipitazioni piovose. Nel corso dell'estate e del primo autunno invece, unitamente ad alte temperature si sono verificate frequenti e abbondanti piogge. Con tali condizioni climatiche il comportamento degli erbicidi applicati su terreno di medio impasto è stato il seguente:

- primisulfuron, impiegato a dose normale e a dose doppia, al primo prelievo non ha evidenziato, se non in misura minima, un elevato grado di mobilità a causa delle scarse precipitazioni e dell'eccessiva compattezza del terreno. Successivamente invece si è approfondito fino allo strato di prelevato a 20-40 cm di profondità. La persistenza è risultata molto elevata anche alla dose normale, in quanto a distanza di 132 giorni dal trattamento, si sono chiaramente evidenziate quantità di residui in grado di inibire la crescita delle piantine di finocchio.
- nicosulfuron, dopo un lento ma graduale approfondimento, ha raggiunto i 40 cm a 60 giorni dal trattamento, mentre a distanza di 132 giorni è stato rilevato, seppur in quantità minima, solo nei prelievi effettuati nelle parcelle in cui il prodotto era stato distribuito a dose doppia.
- rimsulfuron e tifensulfuron-metile hanno confermato un'analogia percolazione, che è rimasta limitata alla profondità di 10-20 cm. La loro persistenza ha superato i 60 giorni, ad eccezione della dose doppia di rimsulfuron che ha evidenziato una maggior mobilità e una tendenza a persistere oltre i 99 giorni.

#### CONCLUSIONI

Le risultanze ottenute dall'analisi biologica dei residui presenti nei campioni prelevati in campo, in relazione alle diverse condizioni pedoclimatiche, hanno permesso di trarre alcune

Tab 1. Persistenza e percolazione delle sulfonitruere applicate in post-emergenza del mais nell'anno 1992

Nome comune e relativa % di p.a. di f.c.	dose di f.c.	profondità prelievo (cm)	µg/kg di p.a. presente nei campioni di terreno prelevati dopo:					limite di sensibilità (µg/kg)				
			27 gg	55 gg	90 gg	121 gg	su mais irriguo di 2° raccolto					
Primisulfuron (75%)	20 g/ha	0-5	>30,62	<30,62	<1,53	>1,53	33 gg >6,12	70 gg >6,12	94 gg 0,38	finocchio	<0,09	
		5-10	<30,62	<30,62	<0,76	<0,19	>6,12	3,06	<0,19	Foeniculum		
		10-20	<0,19	0,09	<0,76	<0,09	1,53	3,06	<0,19	vulgare		
		20-40	-	-	<0,38	0,09	>1,53	<0,19	-	-		
Nicosulfuron (40g/l)	1,5 l/ha	0-5	>24,51	<12,25	<1,53	<1,53	>12,25	<3,06	>1,53	finocchio	<1,53	
		5-10	>1,53	>6,12	<1,53	<1,53	>3,06	>1,53	<1,53	Foeniculum		
		10-20	<1,53	<1,53	-	-	<1,53	<1,53	<1,53	vulgare		
		20-40	-	-	<1,53	-	-	-	-	-		
Rimsulfuron (25%)	50 g/ha	0-5	<0,15	<0,15	-	-	>0,15	>0,15	0,15	finocchio	<0,15	
		5-10	<0,15	<0,15	-	-	<0,31	<0,15	<0,15	Foeniculum		
		10-20	-	<0,15	-	-	<0,15	0,15	-	vulgare		
		20-40	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tifensulfuron-metile (75 %)	10 g/ha	0-5	>0,76	>0,76	-	-	>0,38	>0,38	0,38	finocchio	<0,38	
		5-10	>0,76	>0,76	-	-	>0,38	0,38	0,38	Foeniculum		
		10-20	-	<0,76	-	-	>0,38	<0,38	-	vulgare		
		20-40	-	-	-	-	>0,38	-	-	-		
Caratteristiche del terreno:			Mais in coltura principale					Mais irriguo di 2° raccolto				
Date del trattamento:			Sabbia 74%, limo 14%, argilla 12%, ph 7,85					Sabbia 12%, limo 53%, argilla 35%, ph 7,98				
			S.O.=0,87%, CSC = 9,4 meq/100g					S.O.=1,7%, CSC = 28,18 meq/100g				
			20/05/92					24/07/92				
Dati meteorologici			giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre
mm di pioggia			22,1	58,6	102,8	16,6	137,2	12,4	57	68	35,7	150,2
temp. massima °C			25,9	31,8	33,8	27,9	19,1	26,1	30	32,6	26,2	17,6
temp. minima °C			12,6	18,2	20,2	15,5	10,9	13,4	15,8	16,1	13,2	8,5

Tab 2. Persistenza e percolazione delle sulfoniluree applicate in post-emergenza del mais a semina primaverile nell'anno 1993.

Nome comune e relativa % di p.a.	dose di f.c.	profondità prelievo (cm)	µg/kg di p.a. presente nei campioni di terreno prelevati dopo:				pianta test	limite di sensibilità (µg/kg)
			32 gg	60 gg	99 gg	132 gg		
Primisulfuron (75%)	25 g/ha	0-5	<0,95	<0,95	>0,47	<0,23	finocchio	<0,11
		5-10	<0,11	>0,23	<0,11	<0,11	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<0,11	<0,23	<0,11	-	vulgare	
		20-40	-	<0,11	<0,11	<0,11		
	50 g/ha	0-5	>0,95	>0,95	<0,95	<0,23	finocchio	<0,11
		5-10	<0,23	0,23	<0,47	<0,23	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<0,23	<0,23	<0,11	<0,11	vulgare	
		20-40	-	<0,11	<0,11	<0,11		
Nicosulfuron (40g/l)	1.5 l/ha	0-5	<12,25	<3,06	<3,06	-	finocchio	<1,53
		5-10	<3,06	<3,06	<3,06	-	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<3,06	<3,06	<1,53	-	vulgare	
		20-40	-	<1,53	<3,06	-		
	3 l/ha	0-5	<12,25	<6,12	<3,06	<3,06	finocchio	<1,53
		5-10	<3,06	<3,06	<3,06	<1,53	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<6,12	<3,06	<3,06	-	vulgare	
		20-40	-	<3,06	<3,06	-		
Rimsulfuron (25%)	50 g/ha	0-5	<0,31	<0,31	-	-	finocchio	<0,15
		5-10	<0,31	-	-	-	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	-	-	-	-	vulgare	
		20-40	-	-	-	-		
	100 g/ha	0-5	<0,31	<0,31	<0,31	-	finocchio	<0,15
		5-10	<0,31	<0,31	<0,31	-	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<0,31	<0,31	<0,31	-	vulgare	
		20-40	-	<0,31	<0,31	-		
Tifensulfuron- -metile (75 %)	10 g/ha	0-5	>6,11	-	-	-	finocchio	<0,38
		5-10	<0,76	-	-	-	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<0,38	-	-	-	vulgare	
		20-40	-	-	-	-		
	20 g/ha	0-5	>6,11	-	-	-	finocchio	<0,38
		5-10	>0,76	-	-	-	<u>Foeniculum</u>	
		10-20	<0,76	-	-	-	vulgare	
		20-40	-	-	-	-		

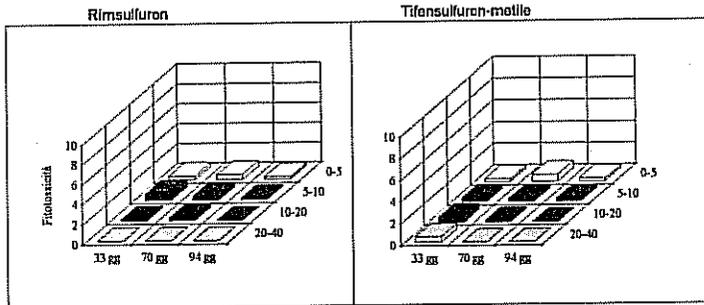
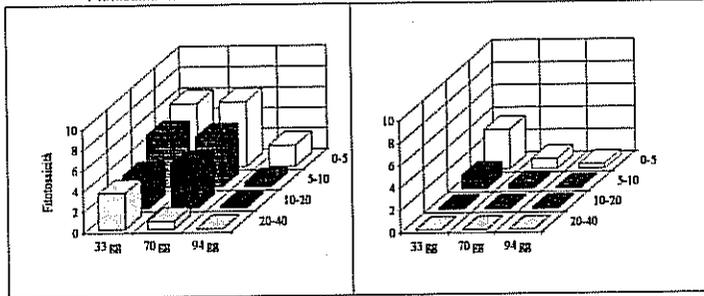
Caratteristiche del terreno: sabbia 12%, limo 48%, argilla 40%, ph 8.01, S.O.=1.02%, CSC=20.11 meq/100g

Data del trattamento: 20/05/93

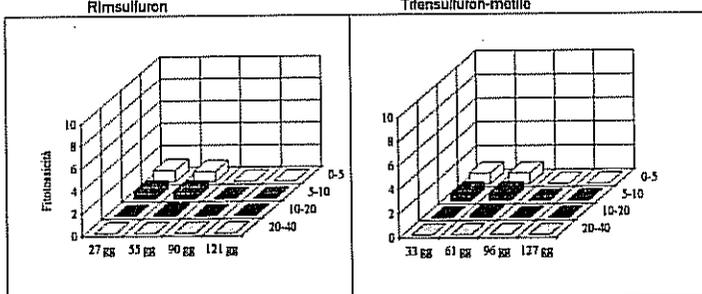
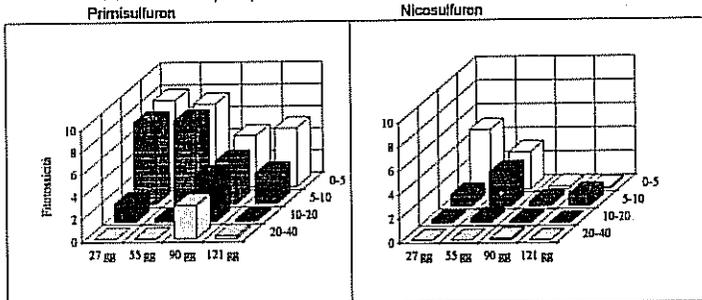
Dati termopluviometrici

	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre
mm di pioggia	15	24,4	64,2	81,2	72,2	72,1
temp.massima °C	26,3	29,7	30,1	32,1	25,4	19,1
temp.minima °C	14,2	17,7	18,1	19,9	15,4	12,8

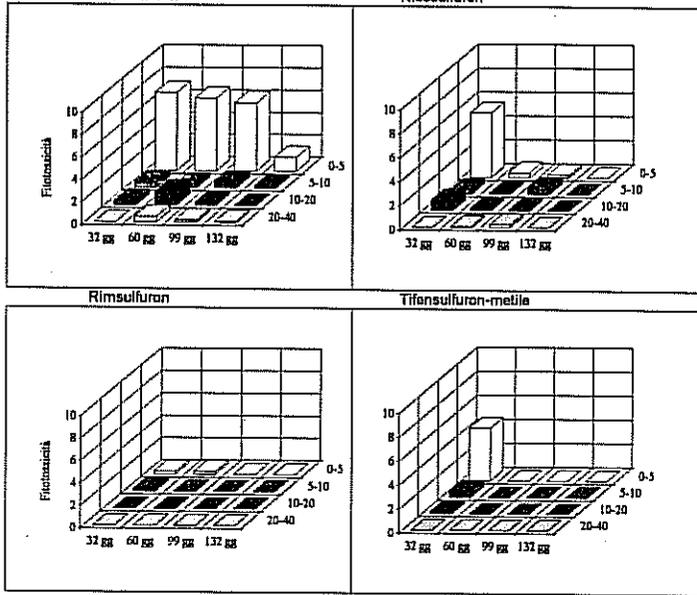
Persistenza e percolazione della sulfoniluree applicate in post-emergenza  
del mais inrigio di 2° raccolto nell'anno 1992



Persistenza e percolazione della sulfoniluree applicate in post-emergenza  
del mais in cultura principale nell'anno 1992



Persistenza e percolazione delle sulfoniluree applicate in post-emergenza del mais a semina primaverile nell'anno 1993  
 Primsulfuron Nicosulfuron



Tab. 3 Tavola fitotossimetrica.  
 Chiave descrittiva per la valutazione visiva dell'intensità dei sintomi fitotossici osservati sulla pianta test *Foeniculum vulgare* alle diverse concentrazioni dei principi attivi sulfonilureici.

Grado scala 0-10	Descrizione dei sintomi
0	Nessun sintomo
1	Minime e transitorie deformazioni sulla prima foglia emessa
2	Transitorie malformazioni sulle prime foglie emesse
3	Emissione di foglie malformate e ingiallite
4	Emissione di foglie atrofizzate e clorotiche
5	Rallentata emissione delle foglie con successiva comparsa di necrosi
6	Parziale inibizione di sviluppo dell'apice vegetativo e ipertrofia caulinare
7	Totale inibizione di sviluppo dell'apice vegetativo con accentuata ipertrofia caulinare
8	Normale emergenza dei cotiledoni, i quali gradualmente ingialliscono
9	Emergenza di cotiledoni ingialliti che successivamente necrotizzano e lentamente dissecano
10	Stentata emergenza di cotiledoni ingialliti e necrotizzati, che in breve tempo dissecano completamente

considerazioni sul comportamento delle sulfoniluree utilizzate per il diserbo di post-emergenza del mais. Si è osservato che i rischi maggiori sono connessi all'impiego di primisulfuron che, accanto ad un elevato grado di mobilità, manifesta un'elevata persistenza d'azione che si protrae oltre la raccolta della coltura. Di fronte al più preoccupante comportamento di primisulfuron, si è potuto constatare che più ridotta è stata la percolazione e minore la persistenza di nicosulfuron, mentre trascurabile è risultata quella di rimsulfuron e di tifensulfuron-metile. Nei terreni sciolti tutti i prodotti analizzati hanno evidenziato una maggiore mobilità mentre la tessitura non ha influito in misura significativa sulla persistenza.

Le condizioni climatiche autunnali che hanno accompagnato l'applicazione di questi prodotti, caratterizzate da elevata piovosità e basse temperature, non hanno favorito i processi di degradazione, bensì il trasporto dei residui lungo il profilo del terreno. Maggiori potrebbero essere le ripercussioni per i trattamenti effettuati in epoca più avanzata su colture di secondo raccolto, le quali necessitano di irrigazioni che aumentano la mobilità di questi erbicidi. Infine vi è da rilevare che quando sono stati impiegati volutamente dosi maggiori, si è osservato un ulteriore prolungamento della persistenza degli erbicidi saggiati ad eccezione di tifensulfuron-metile, con possibilità di arrecare danni alle colture di sostituzione e anche quelle di successione più sensibili all'azione degli erbicidi più persistenti.

#### LAVORI CITATI

- BEYER E.M., BROWN H.M., DUFFY M.J. (1987). Sulfonylurea herbicides soil relation. Atti B.C.P.C. Weeds, 2, 531-540.
- RAPPARINI G., PIZZI M., BARTOLINI D. (1991). Rilevazione dei diserbanti nel terreno con l'impiego di piante test. Atti Convegno sugli antiparassitari, Piacenza, 251-264.
- VICARI A., CATIZONE P., ZIMDAHL R.L. (1991). Bioactivity, persistence and mobility of chlorsulfuron in soil. Riv di Agron, 25, 400-406.
- ZIMDAHL R.L., FITHLAN W.A. (1984). Chlorsulfuron soil persistence. Weed Science, 11, 278-281.