

STUDIO CON TEST BIOLOGICI DELLA PERSISTENZA E PERCOLAZIONE DI FLAZASULFURON IMPIEGATO NEL DISERBO PREVENTIVO DELLA VITE

G. RAPPARINI, E. GEMINIANI, G. CAMPAGNA, R. BUCCHI

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 sulla persistenza e percolazione della solfonilurea flazasulfuron, impiegata per il diserbo della vite in applicazioni autunnali e di fine inverno, su terreni di diversa natura (franco-limoso e sabbioso). La rilevazione dei residui attivi dell'erbicida è stata effettuata mediante saggi biologici in serra, seminando *Beta vulgaris* su campioni di terreno prelevati a diverse profondità ed intervalli di tempo. L'indagine ha permesso di constatare come la degradazione della sostanza attiva sia maggiore nei mesi primaverili-estivi, indipendentemente dall'epoca di applicazione. Il prodotto ha mostrato, in genere, un'elevata tendenza alla percolazione in entrambi i tipi di terreno.

Parole chiave: solfoniluree, flazasulfuron, test biologici, persistenza, percolazione

SUMMARY

STUDY WITH BIOASSAY OF PERSISTENCE AND LEACHING OF FLAZASULFURON APPLIED FOR WEEDING OF VINES

The results of a three-year research on persistence and leaching of flazasulfuron solfonylurea used for weeding of vines are reported. The applications were carried out both in autumn and late winter, on different types of soil (loam-silty and sandy-loam). The detection of active residues of the herbicide has been determined through greenhouse biological assays, sowing *Beta vulgaris* (sugarbeet) on soil samples that had been collected at different depths and timings. The study has revealed how the degradation of the active substance is greater during the spring-summer period, regardless of the application timing. The herbicide showed, in general, a high tendency to percolation in both types of soil.

Keywords: solfonylureas, flazasulfuron, bioassay, persistence, percolation

INTRODUZIONE

Le solfoniluree hanno trovato largo impiego nel diserbo delle colture, sia per l'elevata attività biologica, sia per la bassa tossicità verso i mammiferi. I loro effetti si esplicano esclusivamente verso piante, microalghe e alcuni batteri mediante inibizione dell'acetolattato sintetasi (ALS), enzima chiave nella biosintesi degli aminoacidi a catena ramificata (isoleucina, leucina e valina) (Chipman *et al.*, 1998).

Flazasulfuron, solfonilurea caratterizzata da attività di pre e post-emergenza delle infestanti, si è rivelato utile per il contenimento delle malerbe della vite, in miscela con glyphosate. La sinergia d'azione tra i due principi attivi permette di ridurre i rischi di selezione di una flora infestante di sostituzione, mentre le basse dosi d'impiego consentono di limitare le quantità di erbicidi immessi nell'ambiente (Nieto e Simonetta, 2006).

L'impiego intensivo di erbicidi residuali, specialmente se dotati di elevata persistenza, può tuttavia causare problematiche di carattere agronomico, come danni alle colture poste in rotazione (Rapparini *et al.*, 2006), ma anche ambientali, come l'inquinamento delle acque superficiali. Nelle coltivazioni pluriennali maggiori sono le problematiche di carattere ambientale, nonostante la comprovata capacità di adattamento della microflora mediante meccanismi di biodegradazione accelerata (Joshi *et al.*, 1985; Kaufman, 1987).

Le difficoltà di studio relative a modalità e velocità della biodegradazione sono dettate principalmente dalla complessità di fattori specifici interagenti (caratteristiche chimiche e concentrazione della molecola distribuita, tipologia di suolo, attività dei microrganismi presenti) che non possono essere riprodotti in un sistema artificiale. L'estrema eterogeneità e la rapidità dei cambiamenti delle condizioni ambientali si riflettono principalmente sull'attività dei batteri aerobi responsabili della biodegradazione (Fogel *et al.*, 1982).

Al fine di comprendere meglio la dinamica e il destino delle molecole erbicide nel suolo, possono essere utilizzati i saggi biologici, che assicurano una buona corrispondenza tra i sintomi presentati da una pianta indicatrice e la quantità di principio attivo e di metaboliti attivi presenti nei campioni di suolo prelevati in differenti epoche e profondità (Rapparini *et al.*, 1997). Nell'ambito delle attività svolte dal Diproval in collaborazione con il C.R.P.V., nel triennio 2006-08 è stato eseguito, con saggi biologici, un monitoraggio della persistenza e percolazione di flazasulfuron nelle condizioni ambientali della regione Emilia-Romagna.

MATERIALI E METODI

Si è operato in due vigneti di pianura, in località Altedo (BO) e Filo di Argenta (FE), caratterizzati da diverse condizioni pedologiche (tabella 1). Nei tre anni di prova i trattamenti sono stati effettuati sulle medesime parcelle, ripetute due volte. Le applicazioni hanno riguardato la fascia lungo la fila, per una larghezza di circa 1 m per lato. Flazasulfuron è stato distribuito a due diversi dosaggi (12,5 e 40 g/ha di p.a.), in miscela con formulati a base di glyphosate, sia in applicazioni di fine inverno (2006, 2007 e 2008) che autunnali (2006 e 2007). L'andamento climatico registrato nelle due località e nei diversi anni di prova, è riportato in figura 1.

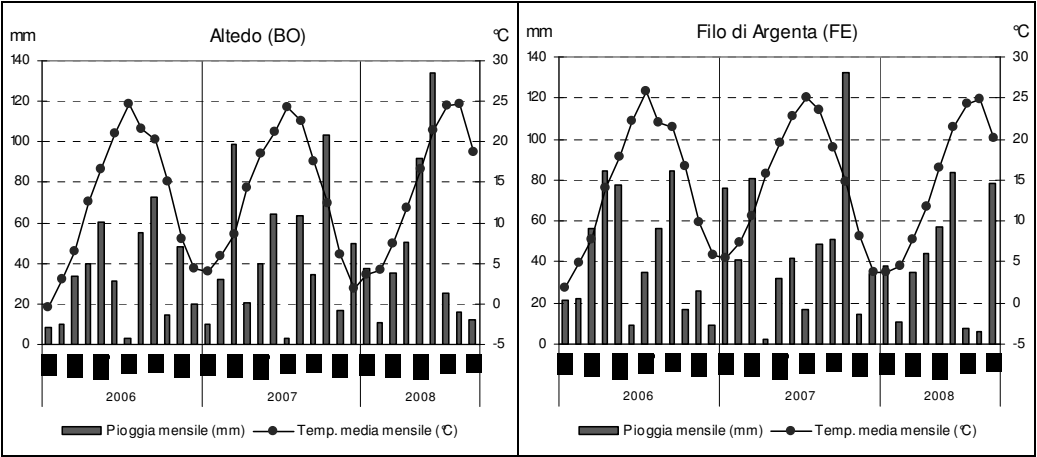
Dopo gli interventi erbicidi, durante il periodo primaverile ed estivo sono stati prelevati campioni di terreno in due distinte stazioni per parcella. I prelievi sono stati eseguiti alle profondità di 0-5, 5-15, 15-30 e 30-45 cm, con attrezzatura manuale. I campioni sono stati posti in congelatore per bloccare i processi di degradazione dell'erbicida. Al momento dell'esecuzione dei saggi biologici, il terreno, opportunamente setacciato, è stato posto in vaschette di plastica nelle quali è stata seminata una specie vegetale particolarmente sensibile al principio attivo ricercato e idonea a segnalarne la presenza anche in quantità infinitesimali. La specie indicatrice impiegata è stata *Beta vulgaris* var. *saccharifera* (barbabietola da zucchero). Contemporaneamente, sono state predisposte vaschette di riferimento (diluizioni standard) trattate con quantità note e decrescenti del principio attivo oggetto dello studio e seminate con la medesima specie.

La fitotossicità è stata valutata visivamente, utilizzando la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = morte o mancata emergenza delle piante). I sintomi riscontrati sulle piantine erano rappresentati da riduzioni di sviluppo associate a fenomeni di sbandamento dell'ipocotile, deformazioni dei cotiledoni ed ingiallimento delle prime foglie. Il confronto fra le manifestazioni fitotossiche delle piante cresciute nei campioni di campo e quelle delle piante sviluppate nelle diluizioni standard (in cui erano note le reali concentrazioni del prodotto) ha permesso di stimare la concentrazione dell'erbicida biologicamente attivo presente nei differenti strati ed alle diverse epoche.

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

Località prova	Tessitura (%)			pH	S.O. (%)	C.S.C. (meq/100 g)
	sabbia	limo	argilla			
Alteto (BO)	25	58	17	7,8	2,8	13,1
Filo di Argenta (FE)	85	12	3	8,0	1,7	5,3

Figura 1. Andamento climatico, negli anni 2006-08, nelle due località



RISULTATI

Tabella 2. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati, nelle due aziende, da parcelle trattate a fine inverno (14/03/2006)

Profondità prelievo (cm)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</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	Residuo stimato di p.a. (nrh)	Grado di fitotossicità	
	Altedo (BO)	Filo (FE)										
Altedo (BO) Terreno franco-limoso				Filo di Argenta (FE) Terreno sabbioso-franco								
Dose: 12,5 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	38,4	6,5	6,8
	10/05 T+57	26/06 T+104	03/08 T+142	29/08 T+168	10/05 T+57	20/06 T+98	03/08 T+142	29/08 T+168	1/2	19,2	4	3,8
									1/4	9,6	3,3	3
									1/8	4,8	2	2,5
0-5	4,25	2,25	0,5	0	5,5	2,8	0,8	1,3	1/16	2,4	1,5	1,5
5-15	0,8	0	0	0	5	1,8	1,3	0,5	1/32	1,2	1	1
15-30	0	0	0	0	3,7	1	1,3	1	1/64	0,6	0	0
30-45	0	0	0	0	2,5	0,8	1,3	0,8	1/128	0,3	0	0
Dose: 40 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	123	9	8,5
	10/05 T+57	26/06 T+104	03/08 T+142	29/08 T+168	10/05 T+57	20/06 T+98	03/08 T+142	29/08 T+168	1/2	61,5	8,3	6,8
									1/4	30,7	8	5,5
									1/8	15,4	3,5	3,8
0-5	8,25	5	2,5	1,3	5,5	4,5	2,5	2,8	1/16	7,7	2,8	3,5
5-15	0,5	0,8	0,5	0	5	4,5	0,5	1	1/32	3,8	1,5	1,3
15-30	0,3	0	0	0	6,5	4,3	1,8	3	1/64	1,9	0,3	0,5
30-45	0	0	0	0	4,3	2,5	0,8	0,8	1/128	1,0	0	0

1° anno (2006)

Nel terreno franco-limoso i residui attivi del prodotto sono rimasti localizzati, in massima parte, nei primi 5 cm di suolo, raggiungendo solo occasionalmente gli strati sottostanti. Per quanto riguarda la persistenza, l'erbicida ha mostrato un diverso comportamento a seconda della dose di applicazione: dove era stato impiegato il dosaggio più basso (12,5 g/ha p.a.) i residui sono stati rilevati, occasionalmente, fino al terzo prelievo (T+142 giorni); nelle parcelle in cui era stato distribuito il dosaggio maggiore (40 g/ha p.a.) il prodotto è stato rinvenuto, nell'orizzonte superficiale, fino all'ultimo campionamento (T+168 giorni).

Nel suolo sabbioso flazasulfuron ha manifestato una maggiore tendenza alla percolazione, interessando tutto il profilo esaminato al primo campionamento (T+57 giorni). Tracce del prodotto sono state rilevate, in tutti gli orizzonti, fino all'ultimo prelievo (T+168 giorni), con livelli di residuo più elevati dove era stato impiegato il dosaggio superiore (40 g/ha) (tabella 2).

Tabella 3. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati da parcelle trattate nell'autunno 2006 e fine inverno 2007 (Altedo - BO; terreno franco-limoso)

Profondità prelievo (cm)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>										
	Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento								Campioni di terreno trattato con diluizioni standard		
	Data applicazione autunnale: 25/10/06				Data applicazione di fine inverno: 15/03/07				Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Residuo stimato di p.a. (ppb)
Dose: 12,5 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	7,5	38,4
	11/04 T+169	11/06 T+239	30/07 T+288	05/09 T+325	11/04 T+27	11/06 T+88	30/07 T+137	05/09 T+174	1/2	7	19,2
									1/4	5,5	9,6
									1/8	2,5	4,8
									1/16	1,5	2,4
0-5	2,8	1,5	0	0	6,8	1,8	0,5	1	1/16	1,5	2,4
5-15	1	1	0,3	0	1,8	1	0	0	1/32	1	1,2
15-30	0,8	0,8	0,3	0,5	1,5	0	0	0	1/64	0	0,6
30-45	0,3	1	0	0,3	1	0	0	0	1/128	0	0,3
Dose: 40 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	8,5	123
	11/04 T+169	11/06 T+239	30/07 T+288	05/09 T+325	11/04 T+27	11/06 T+88	30/07 T+137	05/09 T+174	1/2	7,5	61,5
									1/4	7,3	30,7
									1/8	5	15,4
									1/16	4,5	7,7
0-5	6,8	2,8	0	0	7	1,8	0	0	1/16	4,5	7,7
5-15	2	0,8	0	0	5,5	1	0	0	1/32	3	3,8
15-30	0,8	0,3	0	0	2,3	0,8	0	0	1/64	1	1,9
30-45	0,8	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	1/128	0	1,0

2° anno (2006 - 2007)

Risultati dei saggi biologici su terreno franco-limoso

Rispetto all'anno precedente, il principio attivo si è approfondito maggiormente lungo il profilo del terreno, degradandosi progressivamente; già al primo campionamento, effettuato in aprile, si evidenziano tracce del prodotto fino all'orizzonte di 30-45 cm. Per quanto riguarda la persistenza, non si rilevano particolari differenze tra le due epoche e dosaggi di applicazione: i residui dell'erbicida sono stati rinvenuti fino al secondo campionamento, effettuato in giugno, dopodiché sono stati rilevati solo occasionalmente, in tracce al limite della sensibilità biologica (tabella 3).

Tabella 4. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati da parcelle trattate nell'autunno 2006 e fine inverno 2007 (Filo di Argenta - FE; terreno sabbioso-franco)

Profondità prelievo (cm)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>										
	Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento								Campioni di terreno trattato con diluizioni standard		
	Data applicazione autunnale: 25/10/06				Data applicazione di fine inverno: 15/03/07				Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Residuo stimato di p.a. (ppb)
Dose: 12,5 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	8,8	38,4
	11/04 T+169	12/06 T+240	30/07 T+288	05/09 T+325	11/04 T+27	12/06 T+89	30/07 T+137	05/09 T+174	1/2	8,5	19,2
									1/4	6	9,6
									1/8	5,5	4,8
									1/16	3,5	2,4
0-5	2,8	1,3	0,3	0,8	2,8	2,3	1	0,5	1/16	3,5	2,4
5-15	1,8	1,3	0,8	1,3	4,3	2	1	1,5	1/32	1,5	1,2
15-30	0,5	1,3	1,5	2,3	5,3	2	2,5	2,3	1/64	1,5	0,6
30-45	1	1	1,3	1,3	5	2,8	2,3	2,3	1/128	0	0,3
Dose: 40 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	8,8	123
	11/04 T+169	11/06 T+239	30/07 T+288	05/09 T+325	11/04 T+27	11/06 T+88	30/07 T+137	05/09 T+174	1/2	8,8	61,5
									1/4	8,3	30,7
									1/8	6,5	15,4
									1/16	6	7,7
0-5	3	1,5	0,5	0,8	4,8	1,3	1,3	1,3	1/16	6	7,7
5-15	3,3	1,8	1	1	7	2	1,8	2,3	1/32	3,5	3,8
15-30	3,3	1,5	0,5	2	6,5	2,3	1,8	1,8	1/64	1,5	1,9
30-45	2,8	1,5	0,5	1	6,3	2,5	2,5	2,8	1/128	0,5	1,0

Risultati dei saggi biologici su terreno sabbioso-franco

Come nell'anno precedente, il principio attivo ha mostrato un'elevata tendenza alla percolazione, approfondendosi fino all'orizzonte di 30-45 cm in tutte le situazioni esaminate (epoche e dosaggi d'impiego). Le concentrazioni maggiori di residui attivi sono state rilevate al primo prelievo, eseguito in aprile, in particolare nelle parcelle trattate a fine inverno; successivamente si evidenzia un livello molto basso di residui, che sono comunque presenti in tutti gli strati e fino all'ultimo campionamento, eseguito all'inizio di settembre (tabella 4).

3° anno (2007 - 2008)

Risultati dei saggi biologici su terreno franco-limoso

Come nel secondo anno di prova, il principio attivo ha mostrato un'elevata mobilità lungo il profilo del terreno, approfondendosi fino all'orizzonte di 30-45 cm al primo campionamento, eseguito in maggio. Le concentrazioni maggiori di residui attivi sono state rilevate, indipendentemente dall'epoca di applicazione, fino al secondo prelievo, effettuato nel mese di giugno. Nei prelievi successivi, fino a settembre, il prodotto è stato generalmente rinvenuto in tracce, presenti comunque in tutti gli orizzonti esaminati (tabella 5).

Tabella 5. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati da parcelle trattate nell'autunno 2007 e fine inverno 2008 (Altedo - BO; terreno franco-limoso)

Profondità prelievo (cm)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>									Campioni di terreno trattato con diluizioni standard		
	Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento											
	Data applicazione autunnale: 05/11/07				Data applicazione di fine inverno: 20/03/08				Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Residuo stimato di p.a. (ppb)	
Dose: 12,5 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	7,5	38,4	
	07/05 T+184	09/06 T+217	28/07 T+266	20/09 T+310	07/05 T+48	09/06 T+81	28/07 T+130	20/09 T+184	1/2	3,5	19,2	
									1/4	2,5	9,6	
									1/8	1,5	4,8	
									1/16	0,5	2,4	
0-5	4,5	2,5	1,3	0,3	4,5	3,5	1,5	0,8	1/16	0,5	2,4	
5-15	3	1,5	1	0,3	3,3	2,3	0,7	1	1/32	0	1,2	
15-30	2,5	2	0,5	0,3	2,8	2,8	1,8	1	1/64	0	0,6	
30-45	3	1,8	1	0,5	3	2,3	1	0,8	1/128	0	0,3	
Dose: 40 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	7,8	123	
	07/05 T+184	09/06 T+217	28/07 T+266	20/09 T+310	07/05 T+48	09/06 T+81	28/07 T+130	20/09 T+184	1/2	7	61,5	
									1/4	6	30,7	
									1/8	5	15,4	
									1/16	3,5	7,7	
0-5	5	4,3	2,3	0,5	5	4,5	2	0,5	1/16	3,5	7,7	
5-15	4	3,8	1	0,3	4,5	3,5	0,5	0,3	1/32	2	3,8	
15-30	4	2,5	0,3	0	2,8	2,5	0,5	0,5	1/64	0,5	1,9	
30-45	4	2,3	0,8	0	2,8	1,8	0,3	0,5	1/128	0	1,0	

Risultati dei saggi biologici su terreno sabbioso-franco

Come negli anni precedenti il principio attivo ha mostrato un'elevata mobilità, approfondendosi fino all'orizzonte di 30-45 cm, senza sostanziali differenze di concentrazione tra i diversi strati esaminati. Le maggiori concentrazioni di residui attivi sono state rilevate al primo prelievo (mese di maggio), in particolare nelle parcelle trattate con il dosaggio di flazasulfuron più elevato (40 g/ha). Successivamente si evidenzia un livello più basso di residui, che sono comunque presenti in tutti gli strati e fino all'ultimo campionamento, eseguito nel mese di settembre (tabella 6).

Tabella 6. Risultati dei test biologici effettuati su campioni prelevati da parcelle trattate nell'autunno 2007 e fine inverno 2008 (Filo di Argenta - FE; terreno sabbioso-franco)

Profondità prelievo (cm)	Grado di fitotossicità (scala 0-10) rilevato su <i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>									Campioni di terreno trattato con diluizioni standard		
	Campioni di terreno prelevati in campo a <i>n</i> giorni dal trattamento								Frazione della dose applicata in campo	Grado di fitotossicità	Residuo stimato di p.a. (ppb)	
	Data applicazione autunnale: 05/11/07				Data applicazione di fine inverno: 26/03/08							
Dose: 12,5 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	8	38,4	
	09/05 T+186	18/06 T+226	29/07 T+267	14/09 T+304	09/05 T+44	18/06 T+84	29/07 T+125	14/09 T+172	1/2	7,5	19,2	
									1/4	6	9,6	
									1/8	6	4,8	
									1/16	4,5	2,4	
0-5	3,5	1	2	1,8	5,3	3	3	2,5	1/16	4,5	2,4	
5-15	4	2,3	2,3	1,5	4,3	3,3	2,3	1,5	1/32	3,5	1,2	
15-30	3,5	2,5	2,8	2,5	3,3	3	2	1,3	1/64	2	0,6	
30-45	3	2,8	3	2,8	3,5	2,8	2	2	1/128	0,5	0,3	
Dose: 40 g p.a./ha	Epoche prelievi								DN	9	123	
	09/05 T+186	18/06 T+226	29/07 T+267	14/09 T+304	09/05 T+44	18/06 T+84	29/07 T+125	14/09 T+172	1/2	8	61,5	
									1/4	7,5	30,7	
									1/8	6	15,4	
									1/16	5,5	7,7	
0-5	7	3,3	2,3	2,3	6	3	3,3	2,8	1/16	5,5	7,7	
5-15	5,5	3	2,5	1,8	4,5	3,3	3	2,3	1/32	4	3,8	
15-30	6	3	2,8	2,5	3	2,8	1,8	1,3	1/64	1,5	1,9	
30-45	5	2,5	3	2,8	4	2,8	2	0,5	1/128	1	1,0	

CONCLUSIONI

Le indagini svolte nel triennio 2006-08 permettono di trarre alcune considerazioni sulla persistenza agronomica e sulla mobilità del principio attivo oggetto dello studio.

L'elevata sensibilità della pianta indicatrice impiegata nei saggi biologici (*B. vulgaris*) ha determinato la comparsa di sintomatologie valutabili anche a concentrazioni minime di residuo attivo, in particolare nel terreno sabbioso.

La solfonilurea ha mostrato, nei suoli esaminati, un'elevata tendenza alla mobilità lungo il profilo del terreno, interessando tutti gli orizzonti campionati fin dai primi prelievi, eseguiti nei mesi primaverili. Solo nel primo anno di prova e limitatamente al terreno franco-limoso, i residui attivi del prodotto sono rimasti localizzati, in massima parte, negli orizzonti più superficiali, degradandosi durante il loro processo di approfondimento.

Nello stesso terreno i residui di flazasulfuron sono stati quasi sempre rilevati fino ai campionamenti eseguiti in giugno, indipendentemente dall'epoca e dalla dose di applicazione. Nei prelievi successivi il prodotto è stato rinvenuto solo occasionalmente, in tracce. Ciò evidenzia come la degradazione della sostanza attiva sia più rapida durante i mesi primaverili-estivi, caratterizzati da più elevati livelli termici e maggiore attività biologica, mentre è più lenta durante i mesi autunno-invernali.

Nel terreno sabbioso, caratterizzato da un minore contenuto di sostanza organica, la degradazione del prodotto è risultata, in genere, più lenta. Le maggiori concentrazioni di

residui attivi sono state rilevate al primo prelievo. Successivamente si evidenzia un livello molto basso di residui, che sono comunque presenti in tutti gli strati e fino all'ultimo prelievo, eseguito alla fine dell'estate. Nonostante la persistenza piuttosto elevata, questa indagine triennale porta ad escludere fenomeni di accumulo del prodotto nel terreno.

LAVORI CITATI

- Chipman D., Barak Z., Schloss J.V., 1998. Biosynthesis of 2-aceto-2-hydroxy acids: acetolactate synthases and acetohydroxyacid synthases. *Biochim. Biophys. Acta*, 1385, 401-419.
- Fogel S., Lancione R.L., Sewal A.E., 1982. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44, 113-119.
- Joshi M.M., Brown H., Romesser J.A., 1985. Degradation of chlorsulfuron by soil microorganism. *Weed Science*, 33, 888-893.
- Kaufman D.D. 1987. Accelerated biodegradation of pesticides in soils and its effect on pesticide efficiency. *Proceedings British Crop Protection Conference Weeds* - Brighton UK, 515,522.
- Nieto J., Simonetta F., 2006. Uso di flazasulfuron a dosi ridotte per il controllo delle malerbe su vite, agrumi e olivo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 421-426.
- Rapparini G., Campagna G., Pizzi M., Marchi F., 1997. Studio delle caratteristiche dei principali erbicidi in un decennio di valutazioni agronomiche e test biologici. *Atti del Convegno "Riduzione e razionalizzazione dell'uso degli erbicidi"*, Ferrara, 80-99.
- Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., 2006. Danni alle colture di successione. *L'Informatore Fitopatologico*, 3, 66-70.