

## VALUTAZIONE DEI RESIDUI DI ERBICIDI IN ACQUA E TERRENO DI RISAIA A SEGUITO DI TRATTAMENTI CON FORMULATI LIQUIDI E GRANULARI ESEGUITI CON DIVERSE MACCHINE DISTRIBUTTRICI.

BALSARI P., AIROLDI G.

Istituto di Meccanica Agraria, Università di Torino

FERRERO A.

Istituto di Alimentazione Animale, Università di Milano

COLLINA A., MAINI P., SAVI D.

S.I.A.P.A., Centro Esperienze e Ricerche, Galliera (BO)

### RIASSUNTO

Sono stati determinati i residui, nell'acqua di risaia e nel terreno, di Molinate e Thiobencarb fino a 36 giorni dal trattamento effettuato utilizzando formulati liquidi e granulari e impiegando diverse macchine distributtrici (irroratrice, spandiconcime centrifugo, spandiconcime pneumatico). L'impiego del formulato granulare, distribuito con spandiconcime pneumatico, si è tradotto in un minore suo residuo nell'acqua e nel terreno di risaia pur garantendo una analoga produzione e controllo delle infestanti.

### SUMMARY

*Evaluation of herbicides residue in paddy rice water and soil after treatment with granular and liquid formulations applied with various type of broadcasting machines.*

Molinate and Thiobencarb residue in paddy rice water and soil were determined till 36 days after chemicals application. Both granular and liquid formulations were applied with various kind of machines (boom sprayer, centrifugal spreader and pneumatic spreader). The lower residue both in water and soil, with no significant difference on rice yield and weed control, was related to granular formulation broadcasted with pneumatic spreader.

#### 1 - Premesse

Il ritrovamento nelle falde acquifere di livelli di erbicidi superiori ai limiti ammessi dalla specifica Normativa CEE adottata in Italia nel 1986 e le conseguenti preoccupazioni sorte nell'opinione pubblica hanno spinto i ricercatori ad individuare sia le cause di tale inquinamento, sia nuove tecniche in grado contenerle.

In relazione al primo aspetto sembra assumere una notevole importanza la non sempre corretta distribuzione dei prodotti erbicidi soprattutto se si tiene conto delle elevate pressioni (fino ad oltre 15 bar) con le quali vengono spesso distribuite le soluzioni erbicide e della scarsa uniformità di distribuzione delle macchine utilizzate per i trattamenti con formulati commerciali sia in forma liquida sia granulare (Balsari *et al.* 1990).

La distribuzione dei prodotti in quest'ultima forma, tuttavia, grazie al loro elevato livello di diffusione in acqua, presenta una serie di vantaggi operativi quali:

- assenza di deriva;
- possibilità di completo recupero del prodotto residuo al termine della distribu-

- zione;
- presenza di coformulanti inerti, a ridotto o nullo rischio tossicologico;
  - facilita' di eliminazione delle confezioni, comunemente costituite da sacchi di carta.

A fronte di tali aspetti positivi va, tuttavia, rilevato che gli spandiconcime centrifughi, attualmente impiegati per la distribuzione degli erbicidi in forma granulare, non risultano sempre in grado di effettuare una distribuzione uniforme dei prodotti con conseguenti rischi di sovradosaggio o di incompleta copertura della risaia.

Al fine di evidenziare quanto sopra e in particolare di verificare l'importanza del tipo di formulazione del prodotto commerciale (liquido o solido) e delle macchine utilizzate per la sua distribuzione sull'efficacia del trattamento erbicida e sul possibile inquinamento delle acque superficiali e del terreno e' stata condotta nel 1990 una sperimentazione presso una azienda risicola del basso novarese.

## 2 - Materiali e metodi

La prova e' stata effettuata su un terreno di medio impasto-sabbioso coltivata a riso, varieta' Lido. Durante il periodo della sperimentazione l'acqua e' stata mantenuta ai livelli ottimali per la coltivazione (15-20 cm).

Per il controllo dei giavoni sono stati utilizzati erbicidi a base di Molinate e Thiobencarb sia in formulazione liquida, distribuiti per mezzo di una irroratrice a barra, sia granulare, distribuiti con lo spandiconcime centrifugo aziendale e con uno spandiconcime di tipo pneumatico (tab. 1).

FORMULATO	FORMULAZIONE	PRINCIPIO ATTIVO	DOSE		DOSE FORMULATO (kg/ha)
			(%)	(kg/ha)	
SIACARB M	granulare	Molinate	4	1,8	45
		Thiobencarb	4	1,8	
SIACARB 50L	liquido (EC)	Thiobencarb	50	1,8	3,6
ERBITOX GIAVONE L	liquido (EC)	Molinate	72,6	1,8	2,5
SPERIMENTALE	microgranulare	Bensulfuron m.	0,2	0,06	30
LONDAX 60 DF	idrosospensibile	Bensulfuron m.	60	0,06	0,1

Tabella 1 - Caratteristiche e dosi di applicazione dei formulati impiegati nel corso della sperimentazione.

In particolare, l'irroratrice a barra impiegata nel corso della prova e' di tipo trainato, dotata di una pompa ad alta pressione e di un sistema di regolazione a pressione costante. Sulla barra di distribuzione sono montati 24 ugelli a fessura posti ad una distanza reciproca di 50 cm. Il volume di distribuzione utilizzato (310 l/ha) e la pressione di esercizio (3 bar) sono stati quelli normalmente impiegati in azienda per i trattamenti in acqua.

Lo spandiconcime a reazione centrifuga impiegato nella sperimentazione e' di tipo portato monodisco e la regolazione della dose di distribuzione avviene agendo sull'ampiezza di una luce posta sul fondo della tramoggia per mezzo di una

leva manovrabile direttamente dal posto di guida. La taratura della macchina e' stata ottenuta per successive approssimazioni pesando il materiale erogato dal sistema di distribuzione e raccolto mediante teli plastici fino a raggiungere le dosi volute.

Lo spandiconcime pneumatico e', invece, caratterizzato da un sistema di distribuzione costituito da un ventilatore radiale che genera un flusso d'aria ripartito nei 16 tubi di trasporto (8 per ogni lato) che formano la barra di distribuzione la cui larghezza e' di 11,25 m. La regolazione della dose da distribuire e' ottenuta per mezzo di un eccentrico che permette di variare la velocita' angolare di 2 rulli estrattori posti sul fondo della tramoggia ognuno dei quali convoglia il materiale, nella quantita' voluta, nei tubi di trasporto. La regolazione della dose e' di tipo continuo e completamente indipendente dal sistema di attivazione e disattivazione della distribuzione che viene azionato idraulicamente. La taratura della macchina e' di facile esecuzione ed e' stata ottenuta per mezzo di appositi contenitori che intercettano il materiale estratto dalla tramoggia.

L'uniformita' di distribuzione trasversale per entrambi gli spandiconcime e' stata determinata secondo la normativa O.C.S.E. relativa alle procedure standard per la prova degli spandiconcime. Grazie ai diagrammi di distribuzione cosi' ottenuti e ad un programma di calcolo messo a punto dall'Istituto di Meccanica Agraria di Torino e' stato possibile individuare la larghezza di lavoro (8 m) dello spandiconcime centrifugo che consentiva di ottenere la maggiore uniformita' di distribuzione trasversale (valore piu' basso del coefficiente di variazione, CV).

Il trattamento con l'erbicida e' stato effettuato con giavoni allo stadio di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> foglia, a 15 giorni dalla semina. Allo scopo di stabilire il livello di infestazione raggiungibile, all'interno di ogni parcella sottoposta a trattamento si e' proceduto a realizzare 3 parcelline testimoni di 3 m<sup>2</sup> di superficie isolate dal resto della camera per mezzo di paratie metalliche conficcate per circa 40 cm nel terreno.

Per controllare le altre malerbe a foglia larga in tutte le tesi sono stati effettuati trattamenti con Bensulfuron metile alla dose di 0,06 kg/ha, in formulazione sia granulata, da distribuirsi per mezzo di spandiconcime, sia idrosospensibile per l'applicazione con irroratrice. Tali formulazioni sono state utilizzate nelle tesi in cui erano stati precedentemente impiegati i prodotti antiglavone nelle corrispondenti forme fisiche.

Nel periodo della levata del riso si e' proceduto a caratterizzare l'infestazione delle singole camere in cui si e' operato determinando il grado di copertura e il numero di malerbe m<sup>2</sup> presenti nelle parcelline testimone. Nella stessa epoca si e' proceduto alla valutazione all'efficacia degli erbicidi impiegati nelle diverse forme fisiche determinando il grado di infestazione, all'interno di 4 riquadri di 10 m<sup>2</sup> per camera. Alla raccolta si e' rilevata la produzione di risone in aree di saggio di 10 m<sup>2</sup> ciascuna, scelte a gruppi di 3 in prossimita' delle parcelle testimone. Le informazioni relative ai trattamenti e alle caratteristiche tecniche-agronomiche della prova sono riportate nella tabella 2.

Il prelievo dei campioni di acqua di risaia sui quali determinare i residui di p.a. e' stato condotto tenendo conto del tipo di controllo delle acque effettuato nella azienda oggetto delle prove. In essa, infatti, a causa della elevata permeabilita' dei suoli, non vengono impiegate le scoline e il livello dell'acqua viene ripristinato ogni 4-5 giorni. Per ottenere un campione medio significativo da sottoporre all'analisi si e' provveduto a effettuare un prelievo di acqua in 3 diversi punti di ogni camera.

Anche il prelievo dei campioni di terreno e' avvenuto in 3 diverse zone di

ogni camera ed e' stato effettuato nello strato superficiale (2-3 cm di profondita'). In particolare le zone di prelievo sono state di volta in volta delimitate, in modo da evitare di prelevare piu' campioni nello stesso punto.

<b>Localita'</b>	: Romentino (NO)		
<b>Terreno</b>	: medio impasto, tendenzialmente sabbioso		
<b>Riso</b>	: cv. Lido		
<b>Concimazione</b>	: - pre aratura		
	Anidride fosforica	75	kg/ha
	Ossido di potassio	112	kg/ha
	- pre-sommersione		
	Azoto	69	kg/ha
	- fine accestimento		
	Anidride fosforica	7,5	kg/ha
	Ossido di potassio	24	kg/ha
	Azoto	22,5	kg/ha
<b>Epoca di semina</b>	: 18.04.90		
<b>Interventi erbicidi:</b>	- contro il giavone (03.05.90)		
	Molinate	1,8	kg/ha
	Thiobencarb	1,8	kg/ha
	- contro ciperacee e alismatacee (23.05.90)		
	Bensulfuron metile	0,06	kg/ha
<b>Epoca di raccolta</b>	: 09.09.90		

Tabella 2 - Scheda agronomica.

La successiva determinazione dei residui nell'acqua e nel terreno di risaia e' stata effettuata presso il laboratorio di analisi della societa' S.I.A.P.A. in Galliera (BO) seguendo le seguenti metodologie analitiche:

- *acqua*, i principi attivi ricercati sono stati estratti mediante cloruro di metilene e determinati successivamente per via gas-cromatografica mediante un rilevatore a spettrometria di massa ad impatto elettronico (ion trap detector). I limiti di sensibilita' analitica del metodo sono di 0,05 ppb per entrambi i principi attivi;
- *terreno*, l'estrazione, preceduta da scongelamento e omogeneizzazione e' stata effettuata con metanolo e seguita da una partizione con cloruro di metilene (Huang 1989). La determinazione e' stata effettuata per via gas-cromatografica su colonna capillare e con rilevatore NPD. I limiti di sensibilita' del metodo sono di 0,01 mg/kg per entrambi i principi attivi.

Prelievo	1	2	3	4	5	6
Data	04.05.90	09.05.90	21.05.90	26.05.90	02.06.90	07.06.90
D.A.T. (gg. dal trattamento)	1	6	18	23	30	35

Tabella 3 - Data di prelievo, e giorni dal trattamento con formulazioni a base di Molinate e Thiobencarb, dei campioni di acqua e di terreno.

I periodi nei quali sono stati effettuati i campionamenti dell'acqua e del terreno della risaia sono riportati nella tabella 3.

### 3 - Risultati ottenuti

#### 3.1 - Uniformita' di distribuzione dei diserbanti

I risultati dell'uniformita' di distribuzione trasversale delle macchine oggetto di prova sono riportati nella tabella 4, dalla quale risulta come la peggiore qualita' del lavoro sia stata ottenuta con lo spandiconcime centrifugo.

Tipo di macchina	Larghezza di lavoro (m)	Coefficiente di variazione (%)
Spandiconcime centrifugo	8	12
Spandiconcime pneumatico	12	7
Irroratrice a barra	12	9,5

Tabella 4 - Caratteristiche di impiego delle macchine utilizzate per i trattamenti.

Cio' e' essenzialmente riconducibile alle ridotte dimensioni e, limitatamente al formulato a base di Molinate e Thiobencarb, alla limitata omogeneita' dei granuli (fig. 1 e 2) che non consentono, con l'impiego dello spandiconcime a reazione centrifuga, di ottenere sufficienti uniformita' di distribuzione e larghezze di lavoro a causa del principio di funzionamento del sistema di distribuzione di tale macchina che, a differenza dello spandiconcime pneumatico risulta estremamente sensibile alle caratteristiche fisiche del prodotto distribuito.

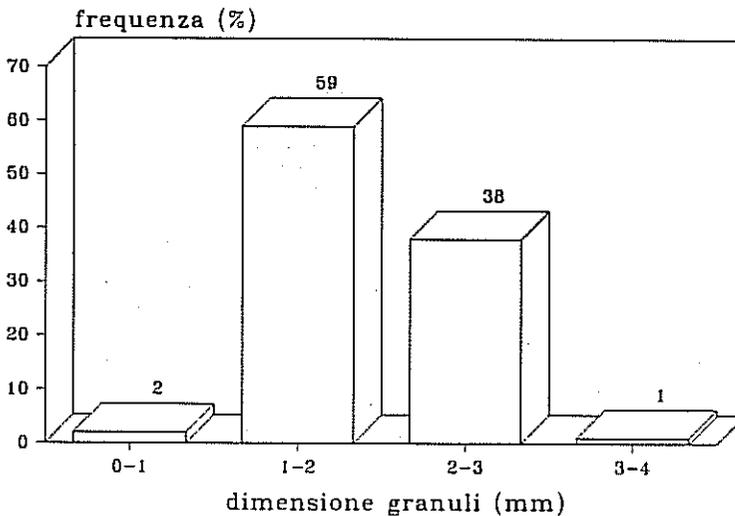


Figura 1 - Analisi granulometrica della formulazione a base di Molinate e Thiobencarb.

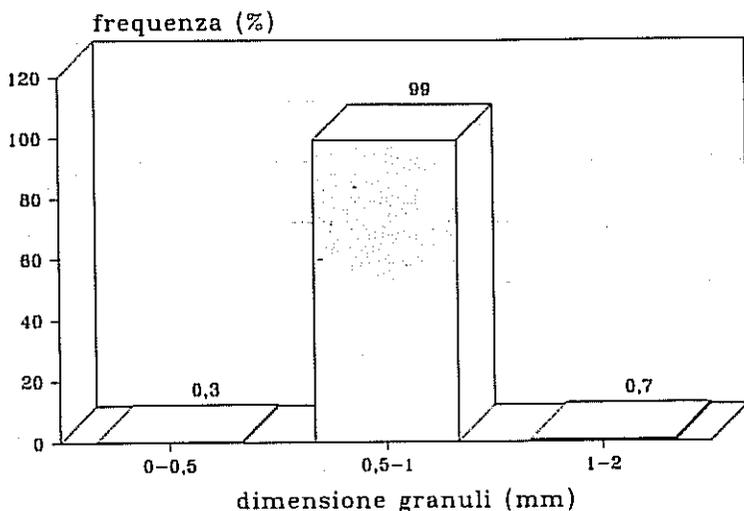


Figura 2 - Analisi granulometrica della formulazione a base di Bensulfuron metile.

### 3.2 - Produzione di riso

I livelli produttivi rilevati e riportati in tabella 5 non presentano differenze statisticamente significative fra le tesi interessate dal diserbo e cio' conferma il buon controllo delle infestanti, anche di quelle a foglia larga, ottenuto indipendentemente dal tipo di formulazione e di macchina impiegata.

ATTREZZATURA	(numero piante/m <sup>2</sup> )				COPERTURA Totale (%)	PRODUZIONE RISONE (q/ha)
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Alisma plantago a.</i>	<i>Heteranthera reniformis</i>	<i>Potamogeton crispus</i>		
testimone	9,8	12,5	3,3	8,4	65,5	55,7
spandiconcime pneumatico	0,45	0,1	-	-	0,6	77
spandiconcime centrifugo	0,8	0,3	-	0,1	1,2	76,5
irroratrice a barra	0,38	0,2	-	-	0,8	77,3
d.m.s. 5%						13,2

Tabella 5 - Infestazione e produzione di risone (al 84,5% di ss).

### 3.3 - Controllo delle infestanti

Il rilievo, effettuato alla levata della coltura, nel testimone non sottoposto ad alcun trattamento, ha fatto rilevare la presenza di *Echinochloa crus-galli*, *Alisma plantago aquatica*, *Heteranthera reniformis*, *Potamogeton crispus* con un grado di copertura del 65%. Come si puo' osservare dalla tabella 5 l'efficacia nei confronti delle infestanti e' risultata buona in tutte le tesi interessate dal diserbo senza rilevanti differenze tra le diverse modalita' applicative seguite.

### 3.4 - Residui in acqua di risaia

I risultati delle analisi effettuate sull'acqua in entrata delle camere di risaia oggetto di prova hanno evidenziato la presenza di un quantitativo di Molinate e Thiobencarb rispettivamente di 0,2 ppb e di 0,08 ppb.

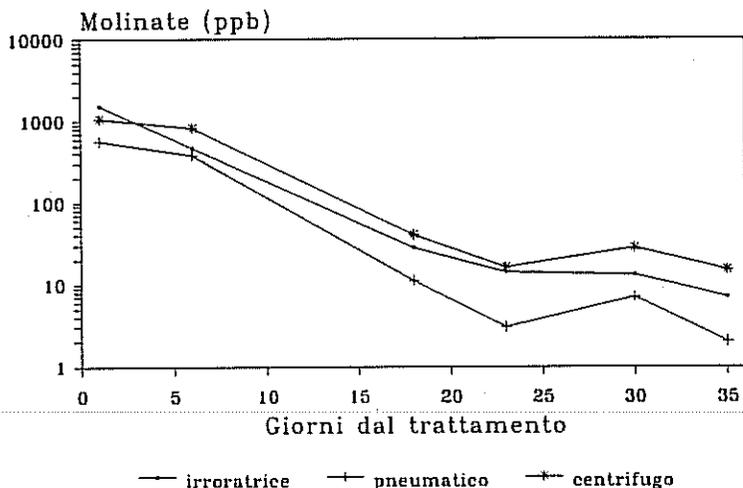


Figura 3 - Entita' del residuo di Molinate nell'acqua di risaia alle varie epoche di prelevamento.

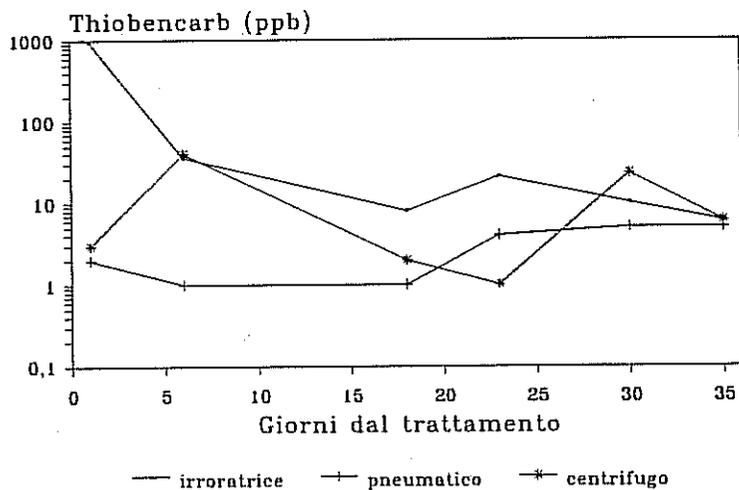


Figura 4 - Entita' del residuo di Thiobencarb nell'acqua di risaia alle varie epoche di prelevamento.

L'andamento dei residui di Molinate e Thiobencarb nel tempo ed in funzio-

ne del tipo di formulato evidenziato nei grafici delle figure 3 e ha posto in evidenza che:

- un giorno dopo il trattamento i quantitativi di principio attivo nell'acqua risultano piu' elevati per i formulati liquidi rispetto a quelli granulari;
- i quantitativi di Molinate rilevati nell'acqua il giorno successivo al trattamento sono notevolmente superiori a quelli del Thiobencarb, soprattutto per il formulato granulare. Cio' e' legato alla loro differente solubilita' in acqua che risulta pari a  $880 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  per il Molinate e  $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  per il Thiobencarb alla temperatura di  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- nel caso del Molinate, i valori di residuo piu' bassi corrispondono all'applicazione in forma granulare e con l'impiego di spandiconcime pneumatico, mentre la distribuzione per mezzo dello spandiconcime a reazione centrifuga ha fatto registrare i valori di residui piu' elevati. Il decremento nel tempo del valore del residuo nell'acqua e' omogeneo sia per i prodotti liquidi che per quelli granulari;
- i valori del Thiobencarb riscontrati nell'acqua hanno un andamento nel tempo meno regolare. In particolare, mentre per il formulato liquido il decadimento dei valori del residuo e' simile a quello del Molinate, per il formulato granulare, l'entita' dei residui risulta variabile nel tempo e compreso fra valori minimi di 1 ppb e massimi di 40 ppb;
- anche con l'impiego del Thiobencarb i valori di residuo piu' bassi corrispondono alla distribuzione con formulato granulare e per mezzo di spandiconcime pneumatico;
- per il Molinate, in corrispondenza del 5° campionamento si e' registrato un leggero aumento dei residui nell'acqua. Per il Thiobencarb lo stesso comportamento e' stato registrato con l'impiego dello spandiconcime centrifugo mentre per le altre macchine tale fenomeno si e' manifestato in occasione del 4° prelievo.

A parziale spiegazione di tale fenomeno va ricordato che, tra il 3° e il 4° campionamento, e' stato effettuato un secondo trattamento (con Bensulfuron metile) e cio', per le modalita' di esecuzione (acqua ferma, macchine che possono aver mosso il terreno), puo' aver causato un leggero aumento dei residui, risospingendoli nell'acqua, dal terreno e fango in cui presumibilmente si erano depositati.

### 3.5 - Residui nel terreno

I residui dei due principi attivi riscontrati nel terreno secco (escludendo pertanto quelli derivati dall'acqua) il giorno successivo al trattamento sono risultati piu' elevati per la formulazione granulare rispetto a quella liquida (fig. 5 e 6) e cio' e' riconducibile alla loro minore facilita' di dispersione in acqua.

Nel caso della formulazione granulare, la distribuzione per mezzo di spandiconcime centrifugo presenta valori di residuo nel terreno sempre maggiori rispetto alla distribuzione con spandiconcime pneumatico.

I residui del Molinate in terreno secco risultano sempre inferiori a quelli del Thiobencarb a partire dal 6° giorno dal trattamento (tab. 6).

I valori di residuo finali (36 giorni dal trattamento) risultano sempre minori nei trattamenti effettuati con lo spandiconcime pneumatico anche rispetto al formulato liquido. Quelli piu' elevati sono quelli relativi alla distribuzione con spandiconcime a reazione centrifuga.

### 4 - Conclusioni

La sperimentazione, seppur limitata ad un solo anno di prove ha permesso di evidenziare quanto segue:

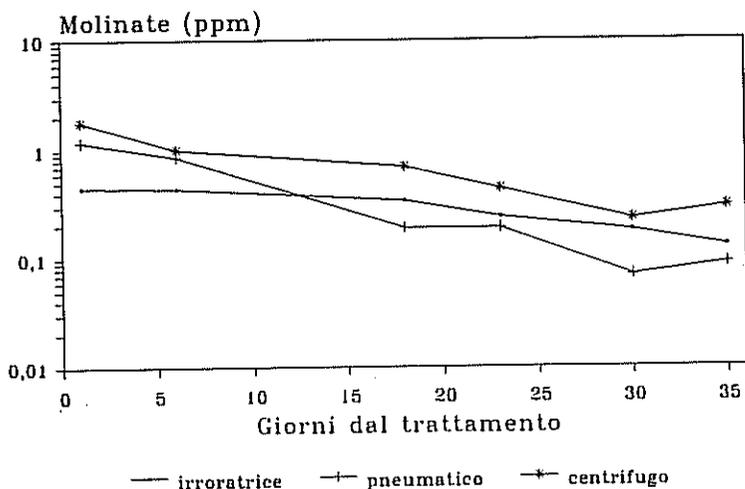


Figura 5 - Entita' del residuo di Molinate nel terreno di risaia alle varie epoche di prelevamento.

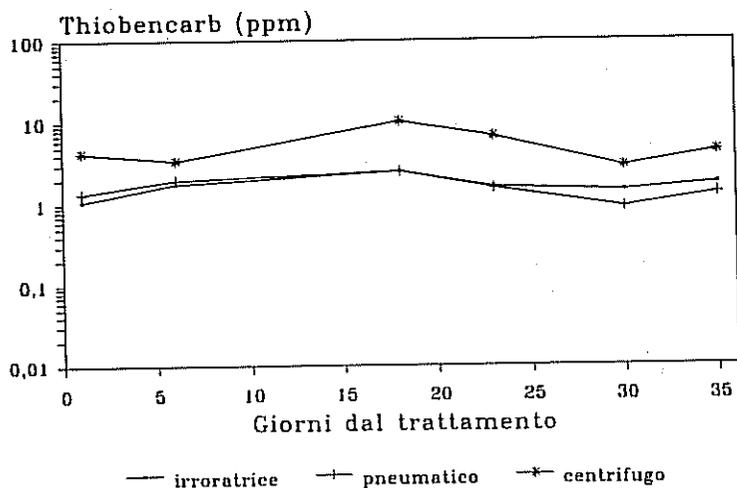


Figura 6 - Entita' del residuo di Thiobencarb nel terreno di risaia alle varie epoche di prelevamento.

- e' possibile ridurre verosimilmente i residui di principio attivo nelle acque e nel terreno grazie all'impiego di erbicidi in formulazione granulare distribuiti con attrezzature, quali gli spandiconcime pneumatici, in grado di operare con una sufficiente uniformita' di distribuzione.
  - anche sotto l'aspetto della salvaguardia ambientale risulta importante disporre di idonee attrezzature per la distribuzione dei prodotti erbicidi, soprattutto per quelli in forma granulare;
- la lotta alle piu' comuni infestanti del riso puo' essere validamente realizzata ri-

- la lotta alle piu' comuni infestanti del riso puo' essere validamente realizzata ricorrendo esclusivamente a formulazioni granulari sia con i tradizionali prodotti ad azione antigliavone, sia con i piu' recenti principi attivi efficaci contro le malerbe a foglia larga (Bensulfuron metile).

Macchina utilizzata (tipo di formulato)	Giorni dal trattamento	Mollinate			Thiobencarb		
		Terreno ppm	Terreno secco ppm	Terreno esclusa acqua ppm	Terreno ppm	Terreno secco ppm	Terreno esclusa acqua ppm
Irroratrice (liquido)	1	0,29	0,45	0,00	0,69	1,08	0,53
	6	0,28	0,44	0,17	1,11	1,75	1,72
	18	0,21	0,34	0,32	1,53	2,49	2,49
	23	0,14	0,24	0,23	1,91	1,59	1,57
	30	0,11	0,18	0,17	1,86	1,42	1,41
	35	0,08	0,13	0,13	1,04	1,72	1,72
Spandiconcime pneumatico (granulare)	1	0,68	1,18	0,77	0,78	1,35	1,35
	6	0,54	0,86	0,63	1,24	1,97	1,97
	18	0,11	0,19	0,18	1,45	2,49	2,49
	23	0,11	0,19	0,19	0,90	1,55	1,55
	30	0,04	0,07	0,07	0,54	0,89	0,89
	35	0,06	0,09	0,09	0,84	1,30	1,29
Spandiconcime centrifugo (granulare)	1	1,24	1,80	1,32	2,94	4,26	4,26
	6	0,67	1,01	0,59	2,24	3,38	3,36
	18	0,45	0,70	0,68	6,58	10,22	10,22
	23	0,26	0,44	0,43	3,94	6,63	6,63
	30	0,15	0,23	0,21	1,87	2,83	2,82
	35	0,18	0,30	0,29	2,56	4,30	4,29

Tabella 6 - Valori dei residui di Mollinate e Thiobencarb nel terreno nei 6 diversi momenti di prelievo.

L'impiego dei formulati granulari, in particolare microgranulari, con idonee attrezzature come ad esempio i distributori pneumatici appare quindi di notevole interesse per la lotta delle malerbe in risaia per i favorevoli aspetti di ordine ambientale sopra evidenziati, per i vantaggi legati alla migliore qualita' del lavoro per l'operatore nonche' per la maggiore capacita' operativa delle macchine impiegate (Balsari *et Al.*, 1990).

#### Bibliografia

- Balsari P., Airoldi G., Finassi A., Noris P. (1990) - *Ottimizzazione dell'impiego delle irroratrici a barra nel diserbo. Suggestimenti operativi e scelte costruttive ricavate dalla valutazione funzionale di 100 macchine nel medio e basso novarese.* - Atti Giornate Fitopatologiche, 3, 417-426
- Balsari P., Airoldi G., Ferrero A. (1990) - *La distribuzione degli erbicidi granulari per il controllo delle infestanti del riso per mezzo di uno spandiconcime pneumatico.* - Atti Giornate Fitopatologiche, 3, 427-436
- Balsari P., Bocchi S., Tano F. (1989) - *First test result of rice sowing on dry soil by pneumatic fertilizer spreader* - Proceedings of the 11<sup>o</sup> International Congress on Agricultural Engineering, Dublin, 4-8 September.
- Huang L.Q. (1989) - *Simultaneous determination of Alachlor, Metolachlor, Atrazine and Simazine in water and soil by isotope dilution gaschromatography/mass spectrometry.* - J. Assoc. Off. Anal. Chem., 72, (2), 349-354.
- Rapparini G. (1986) - *I diserbanti* - Edizioni l'Informatore Agrario.
- Rapparini G. (1989) - *Nuove possibilita' per il diserbo chimico in risaia* - L'Informatore agrario n. 7.
- Tinarelli A. (1986) - *Il riso* - Edizioni agricole