

## STUDIO DELLA PERSISTENZA E PERCOLAZIONE DEI DISERBANTI RESIDUALI DEL FRUMENTO

G. RAPPARINI, M. PIZZI, M. RAPPARINI, D. BARTOLINI.

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

### RIASSUNTO

L'indagine, condotta in campo e in ambiente controllato, ha permesso di valutare l'efficacia e la selettività colturale di alcuni preparati erbicidi, ad azione residuale, applicati in pre e post-emergenza del frumento. Alla raccolta del cereale, la semina di colture di successione ha permesso di rilevare che solo accidentali sovradosaggi possono risultare dannosi alle successive colture. Tuttavia i risultati del test biologico sui campioni di terreno trattati in campo, ha evidenziato che soprattutto isoproturon, clortoluron, metabenzthiazuron e imazamethabenz sono caratterizzati da lunga persistenza, che ne rende possibile la permanenza fino ad oltre 200 giorni dalla loro applicazione in campo. I test biologici hanno permesso di valutare anche il grado di percolazione dei prodotti stessi, evidenziando l'attitudine di chlorsulfuron, pendimethalin, metabenzthiazuron e, in minor misura, di clortoluron e linuron ad approfondirsi.

### SUMMARY

#### STUDY OF THE PERSISTENCE AND PERCOLATION OF HERBICIDES APPLIED IN WHEAT CROPS.

Field trials and controlled environment tests were carried out to assess the effectiveness, selectivity, persistence and percolation of herbicides with residual activity applied either in pre- or post-emergence. Biological assays using field collected soil samples showed that some weed-killers (mainly isoproturon, chlortoluron, methabenzthiazuron, imazamethabenz) have a persistence very extended in time, and may be present in the soil up to 200 days post-application. These tests also showed the ability of some chemicals (i.e. chlorsulfuron, pendimethalin, methabenzthiazuron, and lesser an extent chlortoluron and linuron) to percolate through the soil.

### INTRODUZIONE

La diffusione di tecniche di minima lavorazione alla semina dei cereali, ha accresciuto l'eventualità che residui erbicidi restino concentrati in superficie (Bouchet *et al.*, 1978; Catizone *et al.*, 1983; Hartzler *et al.*, 1989; Vicari, 1990) col rischio di procurare danni alle colture di successione. Allo stesso tempo, la disponibilità da oltre 30 diversi principi attivi autorizzati per l'impiego del frumento (Catizone, 1991), rende ragione all'impegno dell'industria

agrochimica nella messa a punto di nuove molecole erbicide, ma impone al tempo stesso un attento esame dei principi attivi disponibili per evitare effetti indesiderati connessi alla loro persistenza e alla loro mobilità nel terreno, nell'ottica di una maggiore salvaguardia dell'ambiente e degli operatori e per favorire la piena efficacia degli interventi.

La conoscenza dei parametri fisico-chimici dei principi attivi e la verifica in campo delle loro caratteristiche, si rende dunque necessaria al fine di operare scelte tecniche nelle diverse condizioni pedoclimatiche.

Per queste ragioni, negli ultimi anni, crescente interesse hanno riscosso le tecniche di rilevazione dei residui erbidici. Tra queste, grande rilievo hanno assunto quelle basate sull'impiego di metodologie biologiche in alternativa alle complesse e costose analisi chimiche, sia per la praticità del metodo (Freese, 1989) che per l'attendibilità delle risposte che è possibile ottenere (Foschi *et al.*, 1967) e per l'ottima correlazione tra risposta delle piante test e quantità del residuo presente nei campioni esaminati (Rapparini *et al.*, 1988; Rapparini *et al.*, 1989).

Allo scopo di verificare persistenza e percolazione dei più diffusi prodotti erbicidi del frumento e valutarne anche il grado di selettività colturale e l'attività erbicida, sono state condotte, negli anni 1987-89, prove sperimentali di pieno campo accompagnate da indagini in ambiente controllato.

#### MATERIALI E METODI

Entrambe le prove sono state eseguite presso il Centro Ricerche Applicate della società Sariaf di Faenza, sito a Castenaso (BO) su un terreno di medio impasto (tabelle 3 e 4).

I campi sperimentali sono stati impostati secondo lo schema del blocco randomizzato con 4 ripetizioni e parcelle elementari di  $m^2$  12 (3x4).

In ogni parcella, su terreno finemente preparato, si è proceduto alla semina, in entrambi gli anni di prova, di grano duro var. "Creso" e di frumento tenero var. "Centauro".

I trattamenti erbicidi sia di pre che di post-emergenza sono stati eseguiti con barra trainata munita di ugelli a ventaglio che irroravano 500 l/ha di soluzione o sospensione erbicida.

Per valutare l'attività erbicida dei diserbanti saggiati è stato eseguito un rilievo floristico conteggiando le infestanti presenti in  $12 m^2$  di ogni parcella.

La selettività colturale è stata determinata mediante il conteggio delle piantine di frumento emerse in porzioni di fila delle parcelle trattate in pre-emergenza e, rilevando il numero di spighe presenti in  $1 m^2$  per parcella. Durante il ciclo colturale sono poi stati eseguiti periodici rilievi visivi con determinazione del grado di fitotossicità con i valori della scala empirica 0-10 (0 = assenza di sintomo).

Dopo la raccolta del frumento, previa una lavorazione del terreno alla profondità di circa 20 cm, nelle parcelle diserbate sono state seminate alcune colture erbacee normalmente in successione ai cereali, quali mais, soia e lattuga, al fine di poter rilevare visivamente gli eventuali

sintomi di fitotossicità per la presenza di residui attivi degli erbicidi saggiati.

Parallelamente alla prova di campo, si è proceduto al prelievo di campioni di terreno a regolari intervalli di tempo e a diverse profondità, per saggiare in ambiente controllato la persistenza e la percolazione dei diversi principi attivi presi in esame. Dopo il prelevamento in campo, sul terreno finemente preparato e posto in cassetine di plastica, si sono seminate diverse specie erbacee sensibili ai diversi diserbanti:

- cipolla (Allium cepa) per la rilevazione del clorsulfuron;
- loietto (Lolium perenne) per individuare il trifluralin;
- frumento (Triticum aestivum) per pendimetalin;
- cetriolo (Cucumis sativus) per la rilevazione dei derivati ureici clortoluron, metabenzthiazuron, isoproturon e linuron;
- cavolo (Brassica oleracea) per flurocloridone e isoxaben;
- erba fienarola (Poa spp.) per imazametabenz.

Dopo la nascita delle suddette specie erbacee sono stati eseguiti periodici rilievi visivi per determinare l'eventuale azione fitotossica dei residui attivi dei diserbanti presi in esame.

## RISULTATI DELLE PROVE DI CAMPO

### 1° prova - Anno 1987-88 (tabella 1)

L'andamento stagionale è stato caratterizzato da una abbondante piovosità nei mesi autunnali, mentre più ridotte sono state le precipitazioni nel periodo invernale e primaverile. Le temperature sono state miti.

In un simile contesto pedoclimatico e in presenza di una sporadica infestazione di Poa trivialis, Veronica hederifolia e Papaver rhoeas, la maggior parte dei diserbanti ha svolto un'elevata attività erbicida, fatta eccezione per linuron e trifluralin.

Per quanto concerne la selettività colturale, dai rilievi visivi si è potuto constatare che anche alle dosi doppie d'impiego, quasi tutti gli erbicidi sono ben tollerati ad esclusione di isoproturon e, in misura decrescente, di metabenzthiazuron, clortoluron, pendimetalin e trifluralin impiegati su grano duro. Su frumento tenero si è notato solo qualche sintomo di fitotossicità con l'applicazione a dose doppia di isoproturon, clortoluron e pendimetalin. Tali risultati sono stati confermati in parte dal conteggio del numero di piantine e delle spighe, da cui si evidenzia la maggiore selettività del clorsulfuron.

Per quanto riguarda le osservazioni sulle tre colture seminate dopo la raccolta del frumento, si è potuto constatare che il clorsulfuron ha lievemente danneggiato mais e soia quando è stato impiegato alla dose doppia. Analogamente, su lattuga, è risultata evidente l'azione residua di clortoluron, metabenzthiazuron e isoproturon a dose doppia.

## 2° prova - Anno 1988-89 (tabella 2)

L'andamento climatico del periodo autunno invernale è stato caratterizzato, dopo le ridotte precipitazioni verificatesi nei mesi di ottobre e novembre, da una prolungata assenza di piogge fin verso la metà del mese di marzo. Dopo l'inizio autunno relativamente mite, le temperature si sono riportate ai valori medi stagionali.

In tali condizioni climatiche e in presenza di medio-ridotte infestazioni di Veronica hederifolia, Papaver rhoeas e altre specie minori, soddisfacente è risultata l'attività dei principi attivi saggiati, ad esclusione di clortoluron, isoproturon, linuron, flurocloridone e imazametabenz.

La selettività è stata assicurata dalla maggior parte degli erbicidi, fatta eccezione per isoproturon, apparso non perfettamente tollerato anche dal meno sensibile frumento tenero. Non significative sono risultate le differenze riscontrate dal conteggio delle piantine e delle spighe di frumento.

Dopo la semina delle colture di successione, sono stati osservati sintomi di fitotossicità indotti su mais dall'applicazione di clorsulfuron; notevole l'azione residua esercitata anche da clortoluron e, soprattutto, metabenztiазuron nei confronti della lattuga, coltura ostacolata nello sviluppo anche da isoxaben.

## RISULTATI DEI TEST BIOLOGICI

Le manifestazioni fitotossiche sulle piante spia, rappresentate da inibizione della germinazione, malformazioni, disseccamenti e depigmentazioni fogliari e valutate mediante stima visiva con scala empirica 0-10, hanno permesso di trarre, per ogni anno di prova e per ciascuno dei principi attivi saggiati, le seguenti considerazioni:

### Anno 1987-88 (tabella 3)

L'elevata piovosità registrata nei mesi autunnali e di inizio inverno ha permesso di constatare che:

- il trifluralin non è mai stato rintracciato, anche dopo 84 giorni dall'applicazione;
- il pendimetalin, presente in tutto il profilo fino a 215 giorni dall'applicazione, già dopo 84 giorni era rintracciabile negli strati del terreno a profondità superiori ai 36 cm.;
- il clorsulfuron ha manifestato un comportamento altalenante, risultando comunque rintracciabile fino a 215 giorni dalla sua distribuzione e, nella maggior parte dei casi, anche alle profondità maggiori;
- i derivati ureici linuron, clortoluron e metabenztiазuron sono stati rintracciati in tutti i campionamenti pur manifestando una diversa capacità di approfondimento: maggiore per il metabenztiазuron, intermedio per il linuron e minore per il clortoluron. Lo stesso clortoluron e il metabenztiазuron sono però stati rilevati anche all'ultimo prelievo eseguito dopo la raccolta dei cereali a 267 giorni dall'applicazione;

- diverso il comportamento dell'altro derivato ureico, l'isoproturon, rintracciato solo al primo campionamento e solo nello strato superficiale del terreno;
- dei tre principi attivi applicati in post-emergenza, il clortoluron non è mai stato rilevato, l'isoproturon era presente solo dopo 26 giorni e non oltre i 12 cm di profondità, mentre l'imazametabenz è stato rintracciato anche dopo 93 giorni dalla distribuzione, manifestando la possibilità di percolare fino allo strato inferiore ai 24 cm di profondità.

#### Anno 1988-89 (tabella 4)

Con limitata piovosità autunno-invernale e con frequenti e abbondanti precipitazioni verificatesi durante i mesi di aprile, maggio e luglio, è stato possibile constatare che:

- il trifluralin era rilevabile solo dopo 76 giorni dal trattamento e solo nello strato superficiale del terreno;
- il pendimetalin è stato rilevato anche dopo 196 giorni dall'applicazione dimostrando di possedere attitudine alla percolazione potendo raggiungere, anche se in minima quantità, profondità di oltre 36 cm;
- il clorsulfuron è stato rintracciato in tutte le epoche di saggio e fino a 196 giorni dal trattamento, mostrando di poter raggiungere lo strato di terreno compreso fra 24 e 36 cm;
- il flurocloridone era ancora presente dopo 196 giorni dalla distribuzione e rintracciabile però non oltre i 24 cm di profondità;
- l'isoxaben, rilevato nei primi tre campionamenti, è lentamente e progressivamente percolato negli strati inferiori del terreno, giungendo fino alla profondità di 36-48 cm;
- tutti i derivati ureici hanno manifestato un comportamento analogo, risultando rilevabili a 76, 142 e 196 giorni dall'applicazione e mostrando un progressivo approfondimento, con minore intensità da parte del linuron, fino a raggiungere la profondità di 36-48 cm. Clortoluron e metabenzthiazuron, a differenza degli altri due derivati ureici isoproturon e linuron, sono stati rilevati anche al quarto campionamento, eseguito dopo 268 giorni dai trattamenti e dopo la raccolta del frumento;
- i tre diserbanti distribuiti in post-emergenza, per il favorevole andamento climatico del periodo successivo alla loro applicazione, non sono stati rilevati nell'unico campionamento eseguito dopo 143 giorni dall'applicazione.

#### **CONCLUSIONI**

Dall'esame complessivo dei dati raccolti nella sperimentazione si rileva che, in coltura di frumento, la presenza delle infestanti dicotiledoni, sebbene ridotta, è stata ben controllata dalla maggior parte dei prodotti saggiati. A fronte di una buona azione erbicida, è stato inoltre osservato che, anche in annate caratterizzate da abbondanti precipitazioni piovose, la selettività colturale dei prodotti testati offre sufficienti garanzie, a condizione che la loro distribuzione avvenga nei limiti dei dosaggi



TABELLA 2 - ANNO 1988-89. TEST A CONFRONTO E RISULTATI DEI RILEV FLORESC, DELLA SELETTIVITA' E AZIONE SULLE COLTURE IN SUCCESSIONE

| D I S E R B A N T I |        |                         |                                | Rilev. floristico del 12/5/88: n° infestanti in 12 mq. per parcella |       |       |                       |        |                                                        |          |                  |       |      | Fioriscibilità (scale 0-10) su coltura susseguente seminata dopo 271 gg. del trattamento e dopo decurtazione di 20 cm. |       |      |      |   |         |     |  |  |  |
|---------------------|--------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------|--------|--------------------------------------------------------|----------|------------------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|---|---------|-----|--|--|--|
| Nome coltura        | % p.a. | Dosi<br>kg/ha<br>d.l.e. | Epoca e<br>data<br>trattamento | POLCO                                                               | VERNE | PAPRI | ALTRE<br>NFES.<br>(1) | TOTALE | n° piante gramo<br>emersi in 1 m.<br>presenti in 1 mq. |          | Grado scale 0-10 |       |      |                                                                                                                        | Grado |      |      |   | Lottipo |     |  |  |  |
|                     |        |                         |                                |                                                                     |       |       |                       |        | Graso                                                  | Centiuro | 28/11            | 31/1  | 24/3 | 31/1                                                                                                                   | 28/11 | 31/1 | 24/3 |   |         |     |  |  |  |
| CLORSULFURON        | 75     | 20 g                    | A-25/10                        | -                                                                   | 2     | -     | -                     | 2      | 55,0                                                   | 81,0     | 484,2            | 493,5 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | 2,3     | -   |  |  |  |
| CLORSULFURON        | 75     | 40 g                    | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 50,5                                                   | 84,5     | -                | -     | 1,0  | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | 3,8     | -   |  |  |  |
| CLORTOLURON         | 45     | 4,5                     | A-25/10                        | -                                                                   | 18    | -     | -                     | 18     | 55,5                                                   | 84,0     | 481,3            | 483,1 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 2,0 |  |  |  |
| CLORTOLURON         | 45     | 9                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 55,5                                                   | 83,5     | -                | -     | 1,5  | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | 1,2     | 2,5 |  |  |  |
| METABENTHIZURON     | 70     | 3,5                     | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 56,1                                                   | 80,5     | 486,5            | 486,3 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | 5,7     | -   |  |  |  |
| METABENTHIZURON     | 70     | 7                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 53,5                                                   | 85,5     | -                | -     | 1,5  | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | 1,3     | 9,7 |  |  |  |
| SOPROTHURON         | 45     | 3                       | A-25/10                        | 2                                                                   | 45    | -     | 1                     | 48     | 56,1                                                   | 85,5     | 482,0            | 478,5 | 3,5  | 1,5                                                                                                                    | -     | 3,0  | -    | - | 2,2     | -   |  |  |  |
| SOPROTHURON         | 45     | 6                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 59,9                                                   | 84,5     | -                | -     | 8,0  | 7,5                                                                                                                    | 4,1   | 5,0  | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| LINURON             | 47,5   | 1,2                     | A-25/10                        | -                                                                   | 30    | -     | -                     | 30     | 59,5                                                   | 85,3     | 485,1            | 480,1 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| LINURON             | 47,5   | 2,4                     | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 56,5                                                   | 81,5     | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| PERMETHALIN         | 31,7   | 3                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 54,2                                                   | 83,5     | 495,5            | 477,5 | 1,5  | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| PERMETHALIN         | 31,7   | 6                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 53,5                                                   | 84,5     | -                | -     | 3,0  | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| TRIFLURALIN         | 45,8   | 2                       | A-25/10                        | -                                                                   | 3     | -     | 2                     | 5      | 57,5                                                   | 85,5     | 484,5            | 477,5 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| TRIFLURALIN         | 45,8   | 4                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 55,1                                                   | 85,5     | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| FLUROCLORIDONE      | 22,74  | 1                       | A-25/10                        | 2                                                                   | 11    | 3     | 2                     | 18     | 57,5                                                   | 87,6     | 482,5            | 484,5 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 2,0 |  |  |  |
| FLUROCLORIDONE      | 22,74  | 2                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 53,5                                                   | 85,5     | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 2,0 |  |  |  |
| SOXABEN             | 12,5   | 1                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | 2                     | 2      | 60,5                                                   | 87,4     | 480,4            | 483,3 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 2,0 |  |  |  |
| SOXABEN             | 12,5   | 2                       | A-25/10                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | 54,5                                                   | 85,5     | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 4,5 |  |  |  |
| CLORTOLURON         | 45     | 2,5                     | B-28/02                        | 2                                                                   | 15    | 5     | -                     | 22     | -                                                      | -        | 486,7            | 487,7 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 4,2 |  |  |  |
| CLORTOLURON         | 45     | 5                       | B-28/02                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | -                                                      | -        | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 5,7 |  |  |  |
| SOPROTHURON         | 45     | 3                       | B-28/02                        | 3                                                                   | 2     | -     | -                     | 5      | -                                                      | -        | 431,3            | 475,5 | -    | -                                                                                                                      | -     | 1,5  | -    | - | -       | 1,5 |  |  |  |
| SOPROTHURON         | 45     | 6                       | B-28/02                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | -                                                      | -        | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | 3,5  | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| MAZAMETABENZ        | 20     | 3                       | B-28/02                        | 3                                                                   | 15    | 9     | 2                     | 29     | -                                                      | -        | 456,4            | 491,3 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | 1,1 |  |  |  |
| MAZAMETABENZ        | 20     | 5                       | B-28/02                        | -                                                                   | -     | -     | -                     | -      | -                                                      | -        | -                | -     | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |
| NON TRATTATO        | -      | -                       | -                              | 2                                                                   | 42    | 14    | 3                     | 61     | 59,5                                                   | 86,1     | 486,5            | 484,5 | -    | -                                                                                                                      | -     | -    | -    | - | -       | -   |  |  |  |

Dosis per P=0, 05 n.e. n.e. 51,3 n.e.

Azienda agricola C.R.A. SBAUF - Caltanissetta (90)

Cultura: grano duro var. "Creso" e frumento tenero var. "Caltanissetta" seminata il 25/10/88 a 100 piante/m<sup>2</sup> (la semente è stata trattata con 15).

Trattamenti: A: pre-emergenza; B: accasellamento; (1) Altre infestanti: Metastelma chloranthum, Euphorbia cyparissias, Lactuca perennis.

Società di sviluppo di 28/02/89: "Creso" 2-3 metri di altezza; "Caltanissetta" 4-5 metri di altezza; E. cyparissias 1-2 metri di altezza; L. perennis 3-5 cm.

Società infestanti: POLCO: Filasia convolvulus; VERNE: Veronica hederifolia; PAPRI: Papaver rhoeas.

1411 TERAPIA QUANTITATIVA

| Voto       | O T T O B R E |     |    |    |    |    |     | F E B B R A I O |      |    | M A R Z O |    |    |     |    |    |      |
|------------|---------------|-----|----|----|----|----|-----|-----------------|------|----|-----------|----|----|-----|----|----|------|
|            | 1-24          | 25  | 26 | 27 | 28 | 29 | 30  | 31              | 1-27 | 28 |           | 1  | 2  | 3   | 4  | 5  | 8-31 |
| Grano      | -             | 8   | 11 | 8  | 10 | 9  | 9   | 3               | -    | 4  |           | 3  | 2  | 5   | 5  | 1  | -    |
| Proteina   | -             | 20  | 16 | 17 | 19 | 21 | 15  | 14              | -    | 17 |           | 11 | 19 | 14  | 19 | 20 | -    |
| Pioggia mm | 42,4          | 0,2 | -  | -  | -  | -  | 3,0 | -               | 6,4  | -  |           | -  | -  | 5,2 | -  | -  | 44,6 |

TABELLA 3 - PERSISTENZA (PPM) E PERCOLAZIONE DI ERBICIDI APPLICATI IN PRE E POST-EMERGENZA DEL FRUMENTO NEGLI ANNI 1987-88

| Giorni del trattamento      | Profondità di prelievo (cm) | Applicazioni di pre-emergenza (pre-erbicidi) % p.p.m. l. o. kg/ha |       |                     |         |                |        |                   |         |                  |         |                        |          |                    |          |       |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|------------------|---------|------------------------|----------|--------------------|----------|-------|
|                             |                             | TRIFLURALIN (45,8)                                                | 2     | PENDIMETALIN (51,7) | 4       | LINURON (47,5) | 1      | CLOTRIFLURON (45) | 4,5     | ESPROTRURON (45) | 3,5     | METAZENTAZIFLURON (70) | 4        | CLORISULFURON (75) | 0,020    |       |
| 84                          | 0-12                        | -                                                                 | -     | > 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | > 0,270           | < 0,057 | < 0,052          | < 0,052 | > 0,746                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 12-24                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | < 0,057           | -       | -                | -       | < 0,087                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 24-36                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | < 0,08         | < 0,08 | -                 | -       | -                | -       | < 0,087                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 36-48                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | -                 | -       | -                | -       | < 0,057                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
| 148                         | 0-12                        | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | -              | -      | > 0,270           | -       | -                | -       | > 0,746                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 12-24                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | -                 | -       | -                | -       | < 0,057                | -        | -                  | -        |       |
|                             | 24-36                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | -                 | -       | -                | -       | < 0,057                | -        | -                  | -        |       |
|                             | 36-48                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | < 0,057                | -        | -                  | -        |       |
| 215                         | 0-12                        | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | > 0,034           | -       | -                | -       | > 0,746                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 12-24                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | < 0,08         | < 0,08 | -                 | -       | -                | -       | < 0,057                | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 24-36                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
|                             | 36-48                       | -                                                                 | -     | < 0,042             | < 0,042 | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | < 0,0002 | < 0,0002           | < 0,0002 |       |
| 267                         | 0-24                        | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | > 0,057           | -       | -                | -       | 0,746                  | -        | -                  | -        |       |
| Giorni del trattamento      | Profondità di prelievo (cm) | Applicazioni di post-emergenza                                    |       |                     |         |                |        |                   |         |                  |         |                        |          | MAZAMETABENZ (20)  |          | 3     |
|                             | 0-12                        | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | > 0,022          | 3       | 0,160                  | -        | -                  | -        | -     |
|                             | 12-24                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
|                             | 24-36                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
| 93                          | 0-12                        | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
|                             | 12-24                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
|                             | 24-36                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
|                             | 36-48                       | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
| 146                         | 0-24                        | -                                                                 | -     | -                   | -       | -              | -      | -                 | -       | -                | -       | -                      | -        | -                  | -        | -     |
|                             | Profondità di prelievo (cm) | 0,030                                                             | 0,042 | FRUMENTO            | 0,042   | 0,008          | 0,008  | 0,034             | 0,034   | 0,022            | 0,022   | 0,067                  | 0,0002   | 0,0002             | 0,020    | 0,020 |
| LIMITE DI SENSIBILITÀ (ppm) |                             |                                                                   |       |                     |         |                |        |                   |         |                  |         |                        |          |                    |          |       |

ANALISI FISICO-CHIMICA DEL TERRENO = Sabbia 30%; Argilla 21%; Limo 49% (secondo norme USDA); sostanza organica 1,20 %; pH 7,84; C.S.C. 21,25 mg/100 g.  
 DATE TRATTAMENTI = pre-emergenza 21/10/1987 ; post-emergenza 20/02/1988.

DATI CLIMATICI

| mm | 1987-88 | Ottobre | Novembre | Dicembre | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | TOTALE |
|----|---------|---------|----------|----------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |         | 172,6   | 130,8    | 64,8     | 10,4    | 40,2     | 17,2  | 38,6   | 54,8   | 60,8   | 2,0    | 592,2  |

TABELLA 4 - PERSISTENZA (PPM) E PERCOLAZIONE DI ERBICIDI APPLICATI IN PRE E POST-EMERGENZA DEL FRUMENTO NEGLI ANNI 1988-89

| Giorni<br>dal<br>trattamento | Profondità di<br>prelievo<br>(cm) | Applicazioni di pre-emergenza (prodotti, % p.a., l o kg/ha) |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
|                              |                                   | TRIFLURALIN<br>(45,8)                                       | PERMETHALIN<br>(31,7) | LINURON<br>(47,5) | CLORTOLURON<br>(45) | ISOPROTOLURON<br>(45) | METABENZOTOLURON<br>(70) | CLORISLURON<br>(72) | FLUROCLORODINE<br>(22,74) | ISOYABEN<br>(12,5) |                      |
| 75                           | 0-6                               | 2                                                           | 3                     | 1,2               | 4,5                 | 3                     | 3,5                      | 0,020               | 1                         | 1                  |                      |
|                              | 6-12                              | > 0,060                                                     | > 0,252               | > 0,076           | > 0,270             | > 0,210               | > 1,305                  | > 0,0002            | < 0,007                   | > 0,004            |                      |
|                              |                                   | -                                                           | > 0,032               | -                 | < 0,034             | < 0,026               | 0,002                    | -                   | -                         | -                  |                      |
| 147                          | 0-12                              | -                                                           | > 0,252               | < 0,036           | > 0,270             | > 0,052               | > 0,552                  | > 0,0002            | < 0,007                   | > 0,004            |                      |
|                              | 12-24                             | -                                                           | -                     | -                 | -                   | -                     | -                        | -                   | -                         | < 0,004            |                      |
|                              |                                   | 0-12                                                        | -                     | > 0,252           | > 0,076             | > 0,270               | > 0,105                  | > 1,305             | < 0,0002                  | > 0,007            | > 0,004              |
| 195                          | 0-12                              | -                                                           | > 0,032               | > 0,019           | < 0,270             | > 0,026               | > 1,305                  | < 0,0002            | < 0,007                   | < 0,004            |                      |
|                              | 12-24                             | -                                                           | < 0,032               | > 0,019           | < 0,270             | > 0,026               | > 0,642                  | < 0,0002            | -                         | < 0,004            |                      |
|                              | 24-36                             | -                                                           | < 0,032               | > 0,019           | < 0,270             | > 0,026               | > 0,552                  | -                   | -                         | < 0,004            |                      |
| 268                          | 36-48                             | -                                                           | < 0,032               | -                 | < 0,270             | -                     | > 0,552                  | -                   | -                         | -                  |                      |
|                              | 0-24                              | -                                                           | -                     | -                 | > 0,034             | -                     | > 0,552                  | -                   | -                         | -                  |                      |
|                              |                                   | Applicazioni di post-emergenza                              |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
| Giorni<br>dal<br>trattamento | Profondità di<br>prelievo<br>(cm) | CLORTOLURON<br>(45)                                         |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
|                              |                                   | ISOPROTOLURON<br>(45)                                       |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
| 143                          | 0-24                              | 2,5                                                         |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
| Plantis test                 |                                   | -                                                           |                       |                   |                     |                       |                          |                     |                           |                    |                      |
| Linea di sensibilità (ppm)   |                                   | LODITO                                                      | FRUMENTO              | CETRIOLO          | CETRIOLO            | CETRIOLO              | CETRIOLO                 | CPOLLA              | CAVOLO                    | CAVOLO             | MAZAMETABENZ<br>(20) |
|                              |                                   | 0,030                                                       | 0,032                 | 0,019             | 0,034               | 0,026                 | 0,082                    | 0,0002              | 0,007                     | 0,004              | 0,020                |

ANALISI FISICO-CHIMICA DEL TERRENO = Sabbia 30%; Argilla 21%; Limo 49% (secondo norme USDA); salinità organica 1,20 %; pH 7,84; C.S.C. 21,25 mg/kg/100 g.  
DATE TRATTAMENTI = pre-emergenza 26/10/1988 ; post-emergenza 28/02/1989.

DATI PLUVIOMETRICI

| anno | 1988-89 | Ottobre | Novembre | Dicembre | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | TOTALE |
|------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |         | 45,4    | 26,5     | 17,8     | 0,4     | 6,4      | 49,8  | 71,4   | 105,0  | 56,0   | 124,4  | 485,8  |

raccomandati e, soprattutto, escludendo l'eventualità che le dosi siano raddoppiate per la sovrapposizione dei trattamenti nelle zone marginali dei campi o tra un passaggio e l'altro dell'attrezzatura irrorante.

Dal confronto tra i diversi principi attivi si rileva tuttavia che alcuni preparati, in particolare isoproturon, clortoluron, metabenzthiazuron e imazamethabenz sono caratterizzati da lunga persistenza che ne rende possibile la presenza anche dopo la raccolta del cereale. Le prove effettuate hanno permesso di accertare che, con dose doppia, alcune colture poste in successione hanno mostrato segni di fitotossicità imputabili alla presenza di residui attivi. La verifica sperimentale in ambiente protetto con test biologici per l'analisi dei campioni di terreno prelevati in campo, in diverse epoche, ha evidenziato che clortoluron e metabenzthiazuron, in entrambe le prove, sono stati rilevati fino a 267 giorni dalla loro applicazione in campo. Gli altri prodotti, ad eccezione di trifluralin e, in un caso, di isoproturon, hanno mostrato comunque una lunga persistenza superando mediamente i 200 giorni dalla distribuzione. Per quanto concerne la mobilità, numerosi prodotti hanno mostrato la possibilità di poter percolare oltre lo strato lavorato; in particolare clorsulfuron, pendimethalin, metabenzthiazuron e, in minor misura, clortoluron e linuron sono stati rilevati oltre i 36 cm di profondità.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOUCHET F., JAN P. (1978). Le désherbage des cultures envisagé dans les rotations. *Perspective Agricoles*, 12, 12-15.
- CATIZONE P. (1991). Diserbo. "Agricoltura e Ambiente", Ed. Edagricole, 481-540.
- CATIZONE P., FUSI P., FRANCI M. (1983). Persistenza dell'atrazina del terreno: risultati di undici anni di sperimentazione. *Riv. di Agronomia*, 4, 449-457.
- FOSCHI S., CESARI A., OLMO F. (1967). Metodi biologici per la rilevazione di residui di antiparassitari. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1967, 91-104.
- FREESE B. (1989). Window-box test for carryover. *Successful Farming* n° 3, 27.
- HARTZLER R.G., FAWCETT R.S., OWEN M.D.K. (1989). Effects of tillage on trifluralin residue carryover injury to corn (*Zea mays*). *Weed Sci.*, 37, 609-615.
- RAPPARINI G., FABBRI M., BARTOLINI D. (1988). Studio dei tempi di degradazione dei diserbanti e valutazione dei residui mediante dosaggio biologico (primo contributo). *Informatore Agrario*, 45, 29-43.
- RAPPARINI G., FABBRI M., BARTOLINI D. (1989). Studio dei tempi di degradazione dei diserbanti e valutazione dei residui mediante dosaggio biologico (secondo contributo). *Informatore Agrario*, 2, 97-105.
- VICARI A. (1990). Dove finiscono gli erbicidi. *Terra e Vita*, 38, 42-43.

Nota: ricerca eseguita con il contributo della Società Enichem Agricoltura S.p.A.