



# Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

## GESTIONE DELLA RESISTENZA NELLE COLTURE SARCHIATE

### LINEE GUIDA

(aggiornate a marzo 2023)

Queste sono le linee guida specifiche per la gestione delle infestanti al fine di prevenire o gestire fenomeni di resistenza agli erbicidi nelle colture comunemente dette “sarchiate” (mais, soia, barbabietola, sorgo, girasole). Esse sono basate sui principi riportati nelle linee guida generali e non sono pertanto delle risposte ad ogni singolo agricoltore, ma costituiscono delle buone norme di tipo agronomico per limitare il rischio di insorgenza della resistenza o per gestire eventuali popolazioni resistenti già presenti.

La diffusione delle seguenti pratiche ha favorito l’insorgenza di popolazioni di infestanti resistenti agli erbicidi:

- Prevalenza di mono-successione
- Uso continuato di erbicidi con il medesimo meccanismo d’azione
- Impiego degli erbicidi in epoche e dosi non corrette (ad esempio applicazioni tardive)
- Scarsa diversificazione del tipo e delle epoche di lavorazioni
- Omissione della sarchiatura (mais e sorgo)

Per limitare l’evoluzione della resistenza è importante ruotare la coltura con una a diverso ciclo, variare le pratiche agronomiche ed intervenire in pre-emergenza o post-emergenza con erbicidi aventi un diverso meccanismo di azione. Nelle tabelle sottostanti sono riportati i principi attivi impiegabili nelle colture sarchiate, classificati in base al loro meccanismo di azione ed al gruppo HRAC di appartenenza.

| Meccanismo d’Azione                             | Gruppo HRAC | Principio Attivo           | Epoca d’Impiego | Azione Prevalente         | B=Barbabietola; G=Girasole; M=Mais; So=Soia; Sg=Sorgo |   |   |    |    |
|---|-------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|---|---|---|----|----|
|   |             |                            |                 |                           | B   | G | M | So | Sg |
| Inibitori dell’Acetil-CoA carbossilasi (ACCase) | 1 (A)       | cycloxydim                 | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | clethodim                  | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | fluazifop-p-butyl          | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | propaquizafop              | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | quizalofop-p-etile         | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | quizalofop-etile isomero D | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
|   |             | quizalofop-P-tefuryl       | Post-emergenza  | Graminacee                | x   | x |   | x  |    |
| Inibitori dell’Aceto lattato sintetasi (ALS)    | 2 (B)       | florasulam                 | Post-emergenza  | Dicotiledoni              |   |   | x |    |    |
|   |             | foramsulfuron              | Post-emergenza  | Dicotiledoni e Graminacee | x <sup>(1)</sup>                                      |   | x |    |    |



## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

| Meccanismo d'Azione                                | Gruppo HRAC | Principio Attivo      | Epoca d'Impiego              | Azione Prevalente         | B=Barbabietola; G=Girasole; M=Mais; So=Soia; Sg=Sorgo |                  |   |                  |                  |
|--|-------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|---|------------------|---|------------------|------------------|
|  |             |                       |                              |                           | B   | G                | M | So               | Sg               |
|  |             | halosulfuron-methyl   | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  |                  |
|  |             | imazamox              | Post-emergenza               | Dicotiledoni e Graminacee |   | x <sup>(2)</sup> |   | x                |                  |
|  |             | nicosulfuron          | Post-emergenza               | Dicotiledoni e Graminacee |   |                  | x |                  |                  |
|  |             | prosulfuron           | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  | x                |
|  |             | rimsulfuron           | Post-emergenza               | Dicotiledoni e Graminacee |   |                  | x |                  |                  |
|  |             | thiencarbazone-methyl | Pre e Post-emergenza         | Dicotiledoni e Graminacee | x <sup>(1)</sup>                                      |                  | x |                  |                  |
|  |             | thifensulfuron-methyl | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              |   | x <sup>(2)</sup> | x | x                |                  |
|  |             | tribenuron-methyl     | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |   | x <sup>(2)</sup> |   |                  |                  |
|  |             | triflusaluron-methyl  | Post-emergenza               | Dicotiledoni              | x   |                  |   |                  |                  |
|  |             | tritosulfuron         | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  |                  |
| Inibitori della fotosintesi                        | 5 (C1)      | metribuzin            | Pre-emergenza                | Dicotiledoni              |   |                  |   | x <sup>(4)</sup> |                  |
|  |             | lenacil               | Post-emergenza               | Dicotiledoni              | x   |                  |   |                  |                  |
|  |             | metamitron            | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              | x   |                  |   |                  |                  |
|  |             | terbutilazina         | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  | x <sup>(3)</sup> |
|  |             | fenmedifam            | Post-emergenza               | Dicotiledoni              | x   |                  |   |                  |                  |
|  | 5 (C2)      | metobromuron          | Pre-emergenza                | Dicotiledoni e Graminacee |   | x <sup>(4)</sup> |   | x <sup>(4)</sup> |                  |
|  | 6 (C3)      | bentazone             | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |   |                  | x | x                | x                |
| piridate   |             | Post-emergenza        | Dicotiledoni                 |                           |   | x                |   | x                |                  |
| Inibitori della protoporfirino geno-ossidasi (PPO) | 14 (E)      | bifenox               | Pre o Post-emergenza precoce | Dicotiledoni              |   |                  |   | x                |                  |
|  |             | oxyfluorfen           | Pre-emergenza                | Dicotiledoni              |   | x                |   |                  |                  |
| Inibitori del 4-HPPD                               | 27 (F2)     | isoxaflutolo          | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  |                  |
|  |             | mesotrione            | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  | x <sup>(3)</sup> |
|  |             | sulcotrione           | Pre o Post-emergenza         | Dicotiledoni              |   |                  | x |                  | x                |
|  |             | tembotrione           | Post-emergenza               | Dicotiledoni e Graminacee |   |                  | x |                  |                  |
| Inibizione della solanesil                         | 32 (S)      | aclonifen             | Pre-emergenza                | Dicotiledoni              |   | x                | x |                  | x                |



## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

| Meccanismo d'Azione  | Gruppo HRAC | Principio Attivo | Epoca d'Impiego              | Azione Prevalente         | B=Barbabetola; G=Girasole; M=Mais; So=Soia; Sg=Sorgo |                  |   |                  |                  |
|--|-------------|------------------|------------------------------|---------------------------|--|------------------|---|------------------|------------------|
|  |             |                  |                              |                           | B  | G                | M | So               | Sg               |
| difosfato sintasi  |             |                  |                              |                           |  |                  |   |                  |                  |
| Inibizione della deossi-D-xilulosio fosfato sintasi (DOXP) | 13 (F4)     | clomazone        | Pre o Post-emergenza precoce | Dicotiledoni              | x <sup>(4)</sup>                                     |                  | x | x                |                  |
| Inibitori EPSP sintasi                                     | 9 (G)       | glifosate        | Pre-semina                   | Dicotiledoni e Graminacee | Pulizia letti di semina                              |                  |   |                  |                  |
| Inibitori assemblaggio microtubuli                         | 3 (K1)      | benfluralin      | Pre-semina                   | Dicotiledoni e Graminacee |  | x                |   |                  |                  |
|  |             | pendimethalin    | Pre o post-emergenza precoce | Dicotiledoni e Graminacee |  | x                | x | x <sup>(4)</sup> | x <sup>(4)</sup> |
|  |             | propizamide      | post-emergenza               | Dicotiledoni e Graminacee | x  |                  |   |                  |                  |
| Inibitori della sintesi di acidi grassi a catena lunga     | 15 (K3)     | dymethenamid-P   | Pre o post-emergenza precoce | Dicotiledoni e Graminacee |  |                  | x |                  |                  |
|  |             | flufenacet       | Pre o post-emergenza precoce | Graminacee e Dicotiledoni |  | x                | x | x <sup>(4)</sup> |                  |
|  |             | pethoxamid       | Pre o post-emergenza precoce | Graminacee e Dicotiledoni |  |                  | x | x <sup>(4)</sup> |                  |
|  |             | S-metolachlor    | Pre o post-emergenza precoce | Graminacee e Dicotiledoni | x <sup>(4)</sup>                                     | x <sup>(4)</sup> | x | x <sup>(4)</sup> | x <sup>(3)</sup> |
|  | 15 (K3)     | etofumesate      | Pre o post-emergenza         | Dicotiledoni e Graminacee | x  |                  |   |                  |                  |
|  |             | triallate        | Pre-semina o pre-emergenza   | Graminacee                | x <sup>(4)</sup>                                     |                  |   |                  |                  |
| Azione ormonosimile (auxine sintetiche)                    | 4 (O)       | 2,4-D            | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |  |                  | x |                  | x                |
|  |             | clopyralid       | Post-emergenza               | Dicotiledoni              | x  |                  | x |                  |                  |
|  |             | dicamba          | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |  |                  | x |                  | x                |
|  |             | fluroxypyr       | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |  |                  | x |                  | x                |
|  |             | MCPA             | Post-emergenza               | Dicotiledoni              |  |                  | x |                  | x                |

<sup>(1)</sup> Solo varietà di barbabetola tolleranti agli erbicidi inibitori dell'ALS

<sup>(2)</sup> Solo varietà di girasole tolleranti agli erbicidi inibitori dell'ALS

<sup>(3)</sup> Solo in post-emergenza

<sup>(4)</sup> Solo in pre-emergenza / pre-semina



## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

### Quali sono le principali infestanti accertate resistenti agli erbicidi in MAIS?

**Dicotiledoni:** *Amaranthus* spp. (amaranto), *Chenopodium album* (farinello) e *Solanum nigrum* (erba morella) resistenti agli erbicidi inibitori della fotosintesi (atrazina, appartenente al gruppo 5 (C1). Infatti, popolazioni di *Amaranthus* spp. e *Solanum nigrum* resistenti all'atrazina erano presenti all'inizio degli anni '80 nel Friuli, nel Veneto ed in Lombardia mentre alcune popolazioni di *Chenopodium album* resistenti allo stesso erbicida furono rinvenute nella parte nord della provincia di Cuneo. Al momento questo tipo di resistenza non è più un problema. Di recente, invece, sono stati riscontrati due casi di amaranto resistenti agli erbicidi inibitori dell'ALS nelle provincie di Verona e Rovigo dove si pratica la rotazione mais-soia. Questi casi sono stati verosimilmente selezionati in soia e di solito non si evidenziano in mais dove ci sono delle alternative di controllo con dicotiledonici aventi un diverso meccanismo d'azione.



Amaranto



Erba morella



Farinello

**Monocotiledoni:** popolazioni di *Echinochloa crus-galli* (giavone rosso) resistenti agli erbicidi inibitori dell'ALS (erbicidi appartenenti al gruppo 2 (B) della classificazione HRAC) si trovano principalmente nelle zone dove il controllo è fatto esclusivamente in post-emergenza, cioè nelle zone sud-orientali del Veneto (provincia di Venezia), dove i terreni sono spesso organici, e Nord-orientale dell'Emilia-Romagna (provincia di Ferrara). Ci sono inoltre alcuni casi sporadici nelle province di Vicenza, Lucca e Cuneo.

Popolazioni di *Sorghum halepense* (sorghetta) resistenti agli erbicidi inibitori dell'ALS in mais sono state confermate tra le provincie di Lodi e Cremona e a Sud di Milano in aziende cerealicolo-zootecniche dove la rotazione è poco praticata. Un paio di casi sono presenti anche in provincia di Cuneo. Frequentemente queste popolazioni sono cross-resistenti a vari erbicidi inibitori dell'ALS. La resistenza alle solfoniluree utilizzate nel mais rende particolarmente difficile il controllo della sorghetta da rizoma a causa della mancanza di erbicidi efficaci con diverso meccanismo d'azione.



Sorghetta





## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

### Cosa devo fare se ho biotipi resistenti nella mia azienda?

**Rotazione:** in caso di mono-successione alternare con colture che prevedano l'impiego in pre o post-emergenza di erbicidi a diverso meccanismo d'azione (si veda indicazioni specifiche di seguito) oppure con colture a ciclo diverso (cereali vernini, colza).

**Lavorazioni:** La tecnica di coltivazione tradizionale del mais si basa per la quasi totalità delle situazioni su aratura e successivi affinamenti per la preparazione dei letti di semina, e in molti casi sarchiatura/rincalzatura per l'interramento dei concimi azotati distribuiti quando la coltura ha 7-8 foglie. Queste lavorazioni sono un ottimo mezzo per prevenire la selezione di biotipi di infestanti resistenti agli erbicidi.

La mono-successione è comunque sconsigliata; se presente evitare la ripetizione per più anni della stessa strategia di diserbo

- Utilizzare erbicidi con diverso meccanismo d'azione, alternando o associando il trattamento in pre-emergenza a un trattamento di post-emergenza.
- Attuare la falsa semina.
- Applicare gli erbicidi alle dosi indicate in etichetta.
- Applicare gli erbicidi nelle epoche corrette e su infestanti poco sviluppate.
- In caso di mancata efficacia, non ripetere il trattamento con gli stessi erbicidi ma cambiare programma di diserbo impiegando prodotti con diverso meccanismo di azione e/o eseguire sarchiatura meccanica accurata:
  - **Dicotiledoni:** impiegare erbicidi dei gruppi 27 (F2), 13 (F4), 32 (S), 3 (K1), 15 (K3) in pre-emergenza o dei gruppi 27 (F2), 4 (O), 2 (B), 6 (C3) in post-emergenza.
  - **Graminacee:** impiegare erbicidi dei gruppi 27 (F2), 3 (K1), 15 (K3), 5 (C1) in pre-emergenza o in post-emergenza precoce.
- Intervenire eventualmente anche in post-emergenza, a completamento del pre-emergenza o del post-emergenza precoce, alternando principi attivi con diverso meccanismo di azione, come di seguito:
  - **Dicotiledoni:** alternare erbicidi del gruppo 5 (C1) con erbicidi dei gruppi 2 (B), 27 (F2), 4 (O).
  - **Graminacee:** impiegare miscele di erbicidi dei gruppi 2 (B), 5 (C1) e 27 (F2).

I casi di giavoni resistenti sono presenti soprattutto nelle zone dove il controllo è effettuato esclusivamente in post-emergenza, per la presenza di terreni organici o per l'organizzazione aziendale (aziende zootecniche, semine tardive dopo lo sfalcio del loietto), con solfoniluree (appartenenti al gruppo B). L'impiego ripetuto di erbicidi aventi questo meccanismo d'azione ha causato la selezione di biotipi resistenti.

#### Come gestire questi biotipi nei terreni organici:

- alternare, se possibile, la coltura con una a ciclo invernale (frumento, orzo, triticale)
- in assenza di rotazione prevedere un doppio intervento utilizzando in post-precoce miscele di erbicidi appartenenti ai gruppi 5 (C1), 27 (F2), 13 (F4) e 15 (K3), seguiti in post-emergenza da miscele di erbicidi appartenenti ai gruppi 2 (B), 27 (F2) e 5 (C1).

#### Come gestire questi biotipi nei terreni non organici:

- ruotare la coltura con altre a ciclo invernale.





## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

- se non fosse possibile, prevedere un intervento in pre-emergenza oppure in post-emergenza precoce utilizzando erbicidi appartenenti ai gruppi 5 (C1), 27 (F2), 13 (F4), 32 (S) e 15 (K3).

### Quali sono le principali infestanti accertate resistenti agli erbicidi in SOIA?

**Dicotiledoni:** Nell'ultimo decennio sono state individuate popolazioni di *Amaranthus* spp. (amaranto), resistente agli erbicidi inibitori dell'ALS in alcune aree del Veneto, dell'Emilia-Romagna e negli ultimi anni specialmente nel Friuli-Venezia Giulia. Oltre alle specie *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus hybridus*, molto diffuse, si sta registrando una sempre maggiore presenza di *Amaranthus tuberculatus* (sinonimo di *Amaranthus rudis*). Quest'ultima specie di amaranto desta particolare preoccupazione in quanto, a differenza delle altre specie, è dioica, cioè con fiori maschili e femminili su piante separate, pertanto ha una riproduzione allogama. I casi di *A. retroflexus*, *A. hybridus* e *A. tuberculatus* resistenti a thifensulfuron-metile e imazamox sono presenti in tutte le regioni vocate alla coltivazione della soia e, negli ultimi anni, i casi resistenti di *A. tuberculatus* sono significativamente aumentati; la germinazione delle piante di *A. tuberculatus* è più tardiva e questo comporta un prolungamento delle emergenze nel tempo che rende più complicato eseguire un intervento chimico efficace. In aggiunta, sono stati recentemente confermati in Veneto tre casi di *Amaranthus palmeri* resistente agli erbicidi inibitori dell'ALS. Anche questa specie è dioica e in America si sono selezionate in tempi rapidi resistenze a erbicidi aventi diversi meccanismi d'azione (vedi anche le linee guida specifiche per la gestione degli amaranti).



*Amaranthus* spp.



**Monocotiledoni:** *Digitaria sanguinalis* resistente agli erbicidi inibitori dell' ACCasi (erbicidi appartenenti al gruppo 1 (A)) è stata riscontrata in provincia di Venezia.



*Digitaria sanguinalis*



*Sorghum halepense*



# Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

## ALTRE COLTURE DICOTILEDONI

Sorghetta resistente agli inibitori dell'ACCasi in sistemi colturali basati su colture dicotiledoni estive (soia, melone, pomodoro) è stata identificata in cinque comuni nel sud-est della Lombardia.

### Cosa devo fare se ho biotipi resistenti nella mia azienda?

**Rotazione colturale:** la soia è una coltura normalmente inserita in una rotazione più o meno stretta con mais e/o frumento, barbabietola da zucchero oppure con altre colture dicotiledoni (ad esempio pomodoro, melone). Nel caso in cui ci si trovi in situazioni di mono-successione è opportuno ruotare la coltura con un'altra a ciclo diverso (cereali vernini, colza).

**Lavorazioni del terreno:** La tecnica di coltivazione della soia in primo raccolto si basa per la quasi totalità delle situazioni su lavorazioni profonde del terreno e successivi affinamenti per la preparazione dei letti di semina; invece, in secondo raccolto la soia viene seminata su sodo per mantenere l'umidità del terreno e consentire una migliore nascita della coltura. In entrambi i casi la sarchiatura può essere utilizzata come strumento integrativo per il controllo delle malerbe.

#### Interventi di diserbo chimico:

- In caso di mono-successione, evitare la ripetizione per più anni della stessa strategia di diserbo.
- Utilizzare erbicidi con diverso meccanismo di azione, alternando o associando il trattamento in pre-emergenza a un trattamento di post-emergenza.
- Evitare il ricorso esclusivo agli erbicidi di post-emergenza.
- Attuare la falsa semina.
- Applicare gli erbicidi alle dosi indicate in etichetta.
- Applicare gli erbicidi nelle epoche corrette e su infestanti poco sviluppate.

Su tutte le specie di *Amaranthus* spp. intervenire in pre-emergenza con miscele di erbicidi del gruppo 5 (metribuzin C1 e metobromuron C2) con erbicidi dei gruppi 14 (E) (bifenox), 3 (K1) e 15 (K3) (S-metolachlor). In linea generale evitare trattamenti di post-emergenza esclusivamente con erbicidi del gruppo 2 (B). In caso di efficacia non ottimale delle applicazioni preventive sono indispensabili trattamenti di post-emergenza precoce su plantule di *Amaranthus* spp. entro lo stadio massimo di 2-4 foglie vere.

#### Trattamenti di post-emergenza:

*Amaranthus hybridus*: prevedere l'inserimento nelle strategie di intervento in post-emergenza di principi attivi appartenenti al gruppo 6 (bentazone C3) o al gruppo 14 (E) (bifenox).

*Amaranthus tuberculatus* syn. *Amaranthus rudis* e *Amaranthus palmeri* data la non totale efficacia degli erbicidi del gruppo 6 (bentazone C3) su plantule di queste specie che abbiano già differenziato 4 foglie vere, diventano necessari interventi ancora più anticipati oppure l'impiego di erbicidi più efficaci appartenenti al gruppo 14 (E) (bifenox), se quest'ultimo sarà autorizzato per l'uso di emergenza fitosanitaria.

Gestione di questi biotipi nei terreni organici: in questi terreni il controllo delle popolazioni di *Amaranthus* spp. è demandato esclusivamente a trattamenti di post-emergenza per la limitata



## Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi

efficacia degli interventi di pre-emergenza; in questi terreni diventa necessario adottare alcune azioni agronomiche, quali:

- alternare, se possibile, la soia con una coltura a ciclo invernale (frumento, orzo, ecc.) o in via subalterna con mais, dove è possibile applicare principi attivi a differente meccanismo d'azione;
- evitare rotazioni molto strette con colture dove è frequente l'impiego esclusivo di erbicidi appartenenti al gruppo 2 (B) (ad esempio pomodoro);
- in assenza di rotazione prevedere un doppio intervento utilizzando in post-emergenza precoce erbicidi appartenenti ai gruppi 6 (bentazone C3) e 14 (E) (bifenox), seguiti eventualmente in post-emergenza più tardiva da miscele di erbicidi appartenenti ai gruppi 1 (A) e 2 (B) per il completamento dell'efficacia sulle altre infestanti;
- integrare il controllo chimico con sarchiature meccaniche degli spazi interfilari.

Su graminacee (*Sorghum halepense* e *Digitaria sanguinalis*): si ricorda che il controllo delle piante originarie da rizomi prodotti da piante resistenti è particolarmente difficile. La prevenzione e la distruzione dei primi focolai di piante resistenti è molto importante. Alternare erbicidi del gruppo 1 (A) impiegati in post-emergenza con erbicidi del gruppo 15 (K3) e 3 (K1) in pre-emergenza.

### **BARBABIETOLA e SORGO**

Non sono presenti casi di infestanti resistenti in queste colture. È pertanto opportuno attenersi alle linee guida generali per una corretta gestione delle infestanti e prevenzione della resistenza.

### **GIRASOLE**

Vedi linee guida specifiche.