



FEDERAZIONE ORDINI
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
PIEMONTE - VALLE D'AOSTA



Con il patrocinio di



FONDAZIONE
PODERE
PIGNATELLI

Ministero della Giustizia



CICLO DI SEMINARI

PRODOTTI FITOSANITARI: ASPETTI NORMATIVI, APPLICATIVI, AMBIENTALI, USO SOSTENIBILE E GESTIONE DEI CONTROLLI

Campus SAMEV (Grugliasco)

Podere Pignatelli (Villafranca Piemonte)

9 febbraio 2024 (Campus SAMEV)

**La resistenza ai prodotti fitosanitari: diffusione del
fenomeno e strategie di gestione**

Resistenza delle piante infestanti agli erbicidi

Francesco VIDOTTO


Prodotti Fitosanitari

REGOLAMENTO (CE) N. 1107/2009 – art. 2 par. 1

prodotti contenenti sostanze attive destinati ad uno dei seguenti impieghi:

- **proteggere i vegetali** o i prodotti vegetali dagli organismi nocivi e prevenirne gli effetti
- **influire sui processi vitali dei vegetali** (no fertilizzanti)
- **conservare i prodotti vegetali** (no conservanti)
- **eliminare piante indesiderate**
- **controllare o evitare una crescita indesiderata dei vegetali**

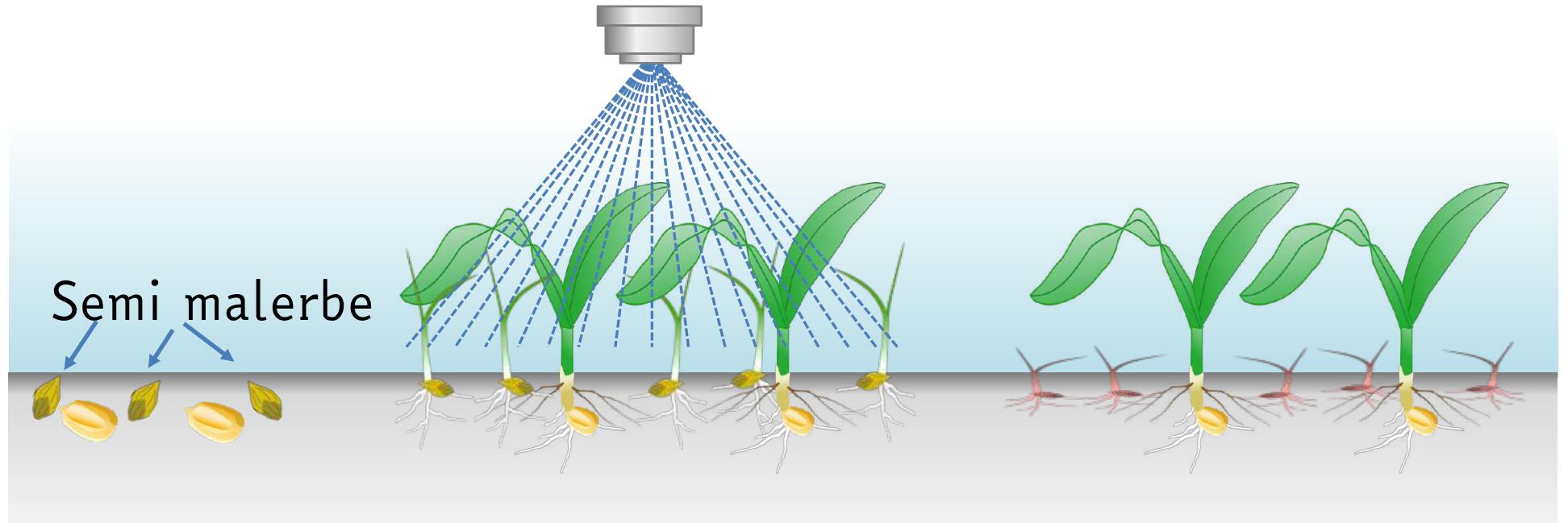
post-emergenza
pre-emergenza



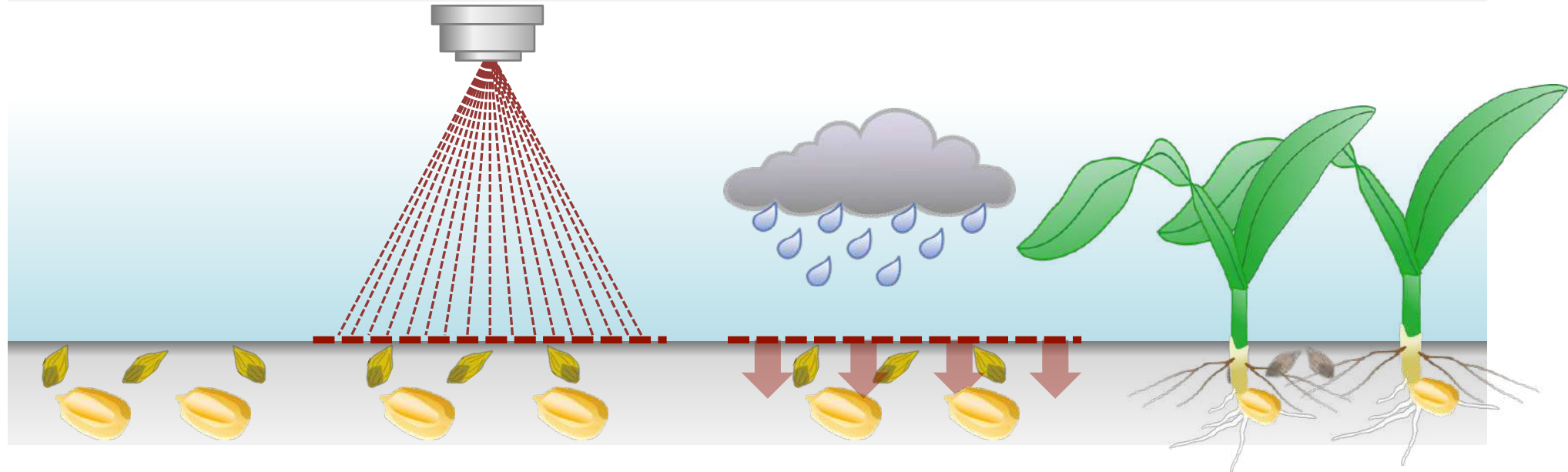
erbicidi

Erbicidi

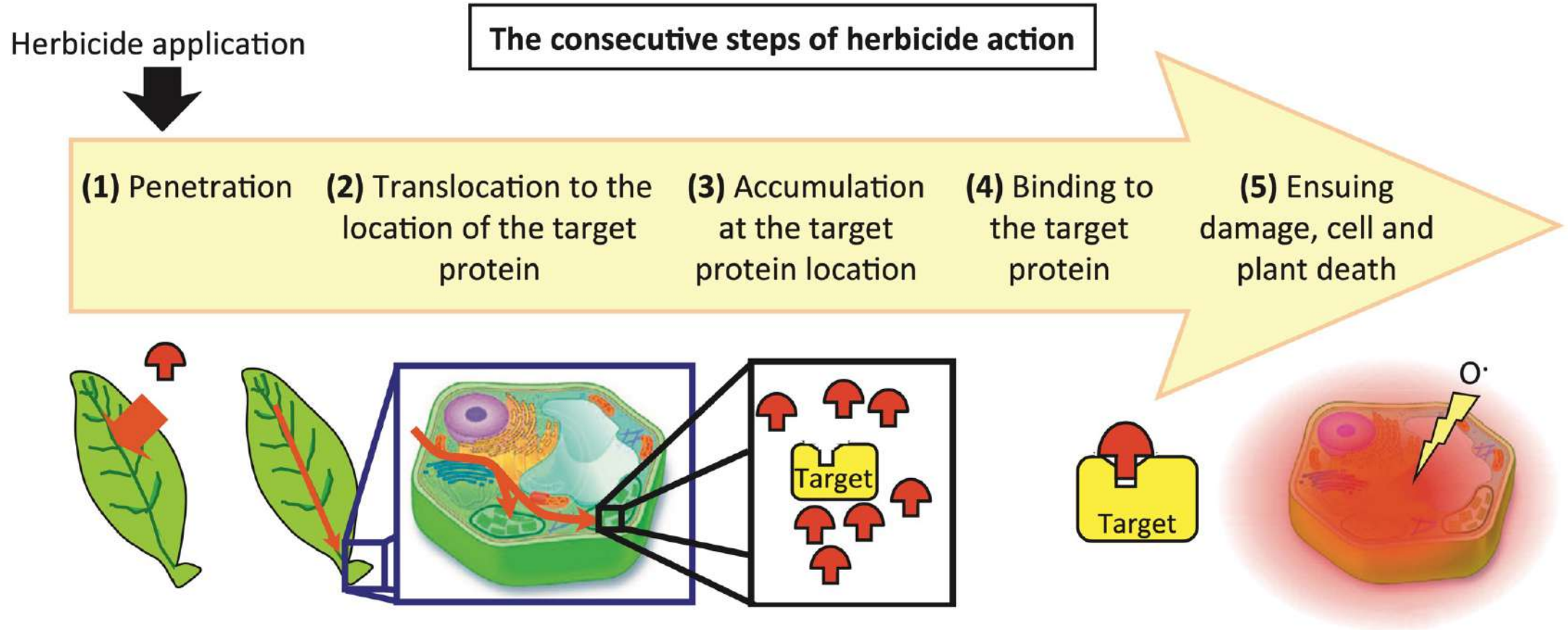
POST-
EMERGENZA



PRE-
EMERGENZA

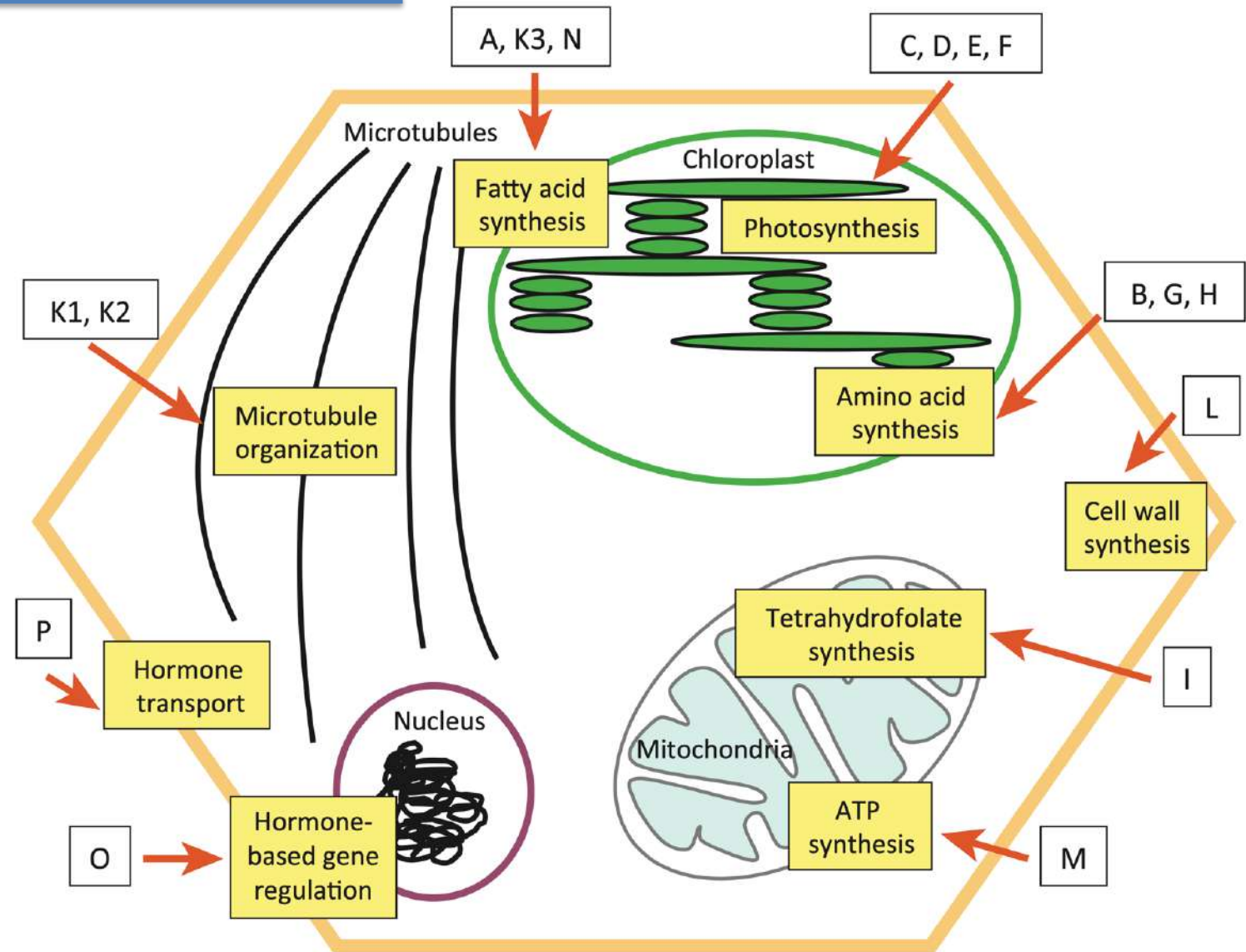


Erbicidi – come agiscono



Erbicidi – dove agiscono

- Gli erbicidi agiscono a livello delle singole cellule vegetali
- Un dato erbicida interferisce con UNA specifica funzione¹
- **Meccanismo di Azione (MoA):** la specifica funzione del biochimismo cellulare che viene inibita dall'erbicida (MoA²: *Mode of Action*)



1: sono pochissimi gli erbicidi ritenuti «multisito»
2: alcuni preferiscono parlare di SoA: *Site of Action*

Erbicidi – classificazione sulla base del Meccanismo di Azione

HRAC Mode of Action Classification 2022

Revised January 2022



Light Activation of ROS^a Cellular Metabolism Cell Division and Growth

Inhibition of Photosynthesis at PS II

5 D1 Serine 264 binders (and other non-histidine 215 binders)

Triazines, Triazinones, Uracils, Phenylcarbamates, Amides, Nitriles, Ureas

14 Inhibition of Protoporphyrin Oxidase

10 Inhibition of Glutamine Synthetase

22 PS I Electron Diversion

33 Inhibition of Homogentisate Solanesyltransferase

N-Phenyl-imides, Phosphinic acids, Pyridiniums, Diphenyl ethers, N-Phenyl-oxadiazolones, N-Phenyl-triazolinones

27 Inhibition of Hydroxyphenyl Pyruvate Dioxygenase

12 Inhibition of Phytoene Desaturase

13 Inhibition of Deoxy-D-Xylulose Phosphate Synthase

32 Inhibition of Solanesyl Diphosphate Synthase

34 Inhibition of Lycopene Cyclase

Triketones, Phenyl-ethers, Isoxalidiones, N-Phenyl heterocycles, Diphenyl heterocycles, Pyrazoles

2 Inhibition of Acetolactate Synthase

Imidazolinone, Sulfonylurea, Triazolopyrimidine – type 1, Triazolopyrimidine – type 2, Triazolones, Pyrimidinyl benzoates, Sulfonanilides

1 Inhibition of Acetyl CoA Carboxylase

15 Inhibition of Very Long-Chain Fatty Acid Synthesis

30 Inhibition of Fatty Acid Thioesterase

Cyclohexanediones, α-Chloroacetamides, Benzyl ethers, α-Thioacetamides, α-Oxacetamides, Thiocarbamates, Aryloxyphenoxy-propionates, Oxiranes, Isoxazolines, Benzofuranes, Azoyl-carboxamides

29 Inhibition of Cellulose Synthesis

31 Inhibition of Serine Threonine Protein Phosphatase

9 Inhibition of Enolpyruvyl Shikimate Phosphate Synthase

28 Inhibition of Dihydroorotate Dehydrogenase

18 Inhibition of Dihydroterate Synthase

Alkylazines, Nitriles, Imidazoles, Pyridines

3 Inhibition of Microtubule Assembly

23 Inhibition of Microtubule Organization

Dinitroanilines, Carbamates, Phosphoramidates, Pyridines

4 Auxin Mimics

24 Uncouplers

Pyridine-carboxylates, Dinitrophenols, Pyridoxy-carboxylates, Benzoates, Quinoline-carboxylates, Phenoxy-carboxylates

19 Auxin Transport Inhibitors

Unknown Mode of Action

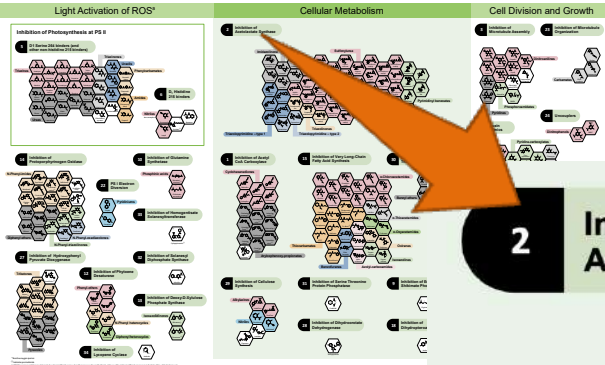
Aryl-carboxylates

HRAC	Legacy HRAC	Mode of Action	HRAC	Legacy HRAC	Mode of Action
1	A	Inhibition of ACCase	19	P	Auxin transport inhibitors
2	B	Inhibition of ALS	22	D	PS I electron diversion
3	K1	Inhibition of microtubule assembly	23	K2	Inhibition of microtubule organization
4	O	Auxin mimics	24	M	Uncouplers
5	C12	Inhibition of photosynthesis PS II – Serine 264	27	F2	Inhibition of HPPD
6	C3	Inhibition of photosynthesis PS II – Histidine 215	28	none	Inhibition of dihydroorotate dehydrogenase
9	G	Inhibition of EPSP synthase	29	L	Inhibition of cellulose synthase
10	H	Inhibition of glutamine synthetase	30	Q	Inhibition of fatty acid thioesterase
12	F1	Inhibition of PDS	31	R	Inhibition of serine threonine protein phosphatase
13	F4	Inhibition of DOXP synthase	32	S	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase
14	E	Inhibition of PPO	33	T	Inhibition of homogentisate solanesyltransferase
15	K3	Inhibition of VLCFAs	34	F3	Inhibition of lycopene cyclase
18	I	DHP inhibition	Ø	Z	Unknown mode of action

^a Reactive oxygen species
 * Indicates pro-herbicide
 © HRAC's recommendations not to include a chemical family name when there is one active in the family. Actives without chemical family names are indicated with a white background

Erbicidi – classificazione sulla base del MoA

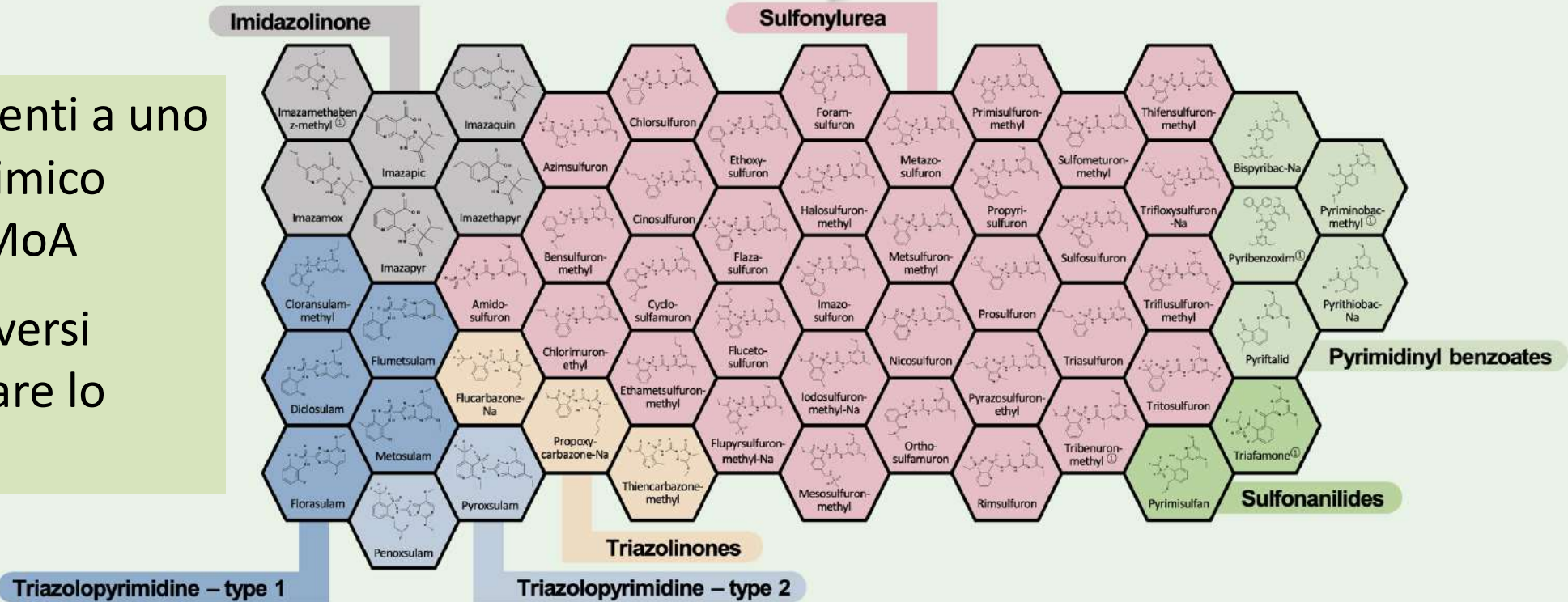
HRAC Mode of Action Classification 2022



2 Inhibition of Acetolactate Synthase

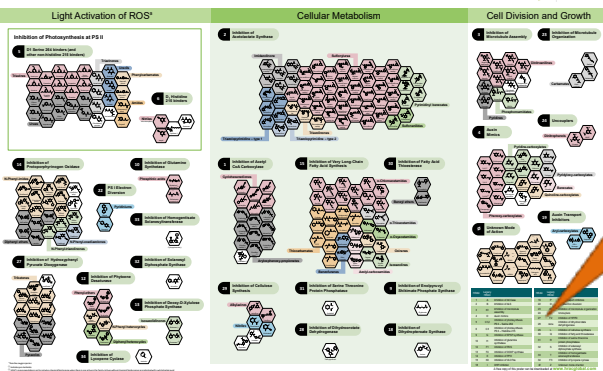
- Erbicidi appartenenti a uno stesso gruppo chimico hanno lo stesso MoA
- Gruppi chimici diversi possono presentare lo stesso MoA

gruppo chimico



Erbicidi – classificazione sulla base del MoA

HRAC Mode of Action Classification 2022



Utilizzo di sigle per indicare i MoA

HRAC	Legacy HRAC	
1	A	Inhibition of ACCase
2	B	Inhibition of ALS
3	K1	Inhibition of microtubule assembly
4	O	Auxin mimics
5	C1,2	Inhibition of photosynthesis PS II – Serine 264
6	C3	Inhibition of photosynthesis PS II – Histidine 215
9	G	Inhibition of EPSP synthase
10	H	Inhibition of glutamine synthetase
12	F1	Inhibition of PDS
13	F4	Inhibition of DOXP synthase
14	E	Inhibition of PPO
15	K3	Inhibition of VLCFAs
18	I	DHP inhibition

HRAC	Legacy HRAC	
19	P	Auxin transport inhibitors
22	D	PS I electron diversion
23	K2	Inhibition of microtubule organization
24	M	Uncouplers
27	F2	Inhibition of HPPD
28	none	Inhibition of dihydroorotate dehydrogenase
29	L	Inhibition of cellulose synthesis
30	Q	Inhibition of fatty acid thioesterase
31	R	Inhibition of serine threonine protein phosphatase
32	S	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase
33	T	Inhibition of homogentisate solanesyltransferase
34	F3	Inhibition of lycopene cyclase
∅	Z	Unknown mode of action

Dal 2020: graduale passaggio a sistema di sigle NUMERICHE

Resistenze delle malerbe agli erbicidi

SENSIBILITÀ →

un gruppo di individui di una specie infestante manifesta un danno severo o viene devitalizzato a seguito di un trattamento erbicida

TOLLERANZA →

è la capacità naturale di una specie di sopravvivere ad un trattamento erbicida, risultando insensibile, senza che vi sia stata una pressione selettiva

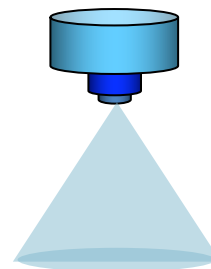
Panicum dichotomiflorum



www.actaplantarum.org

Cletodim
(graminicida)

efficace
sensibile
susceptibile



selettivo
tollerante

Xanthium strumarium



Picture from invasive.org
UGA5256057

Resistenze delle malerbe agli erbicidi

RESISTENZA



vari “livelli” di resistenza,
in funzione di:

- sito d’azione dell’erbicida
- meccanismo biochimico di resistenza
- variabilità genetica

quando un gruppo di individui di una specie infestante manifesta una sensibilità all’erbicida inferiore alla media della specie

EREDITABILE

gli individui del gruppo non vengono efficacemente controllati alle dosi di erbicida normalmente impiegate

SELEZIONE



processo attraverso il quale le misure di controllo delle malerbe favorisco i biotipi resistenti rispetto ai sensibili

PRESSIONE DI SELEZIONE



si riferisce all’intensità della selezione

Comparsa della resistenza

Uso ripetuto stesso erbicida/stesso MoA

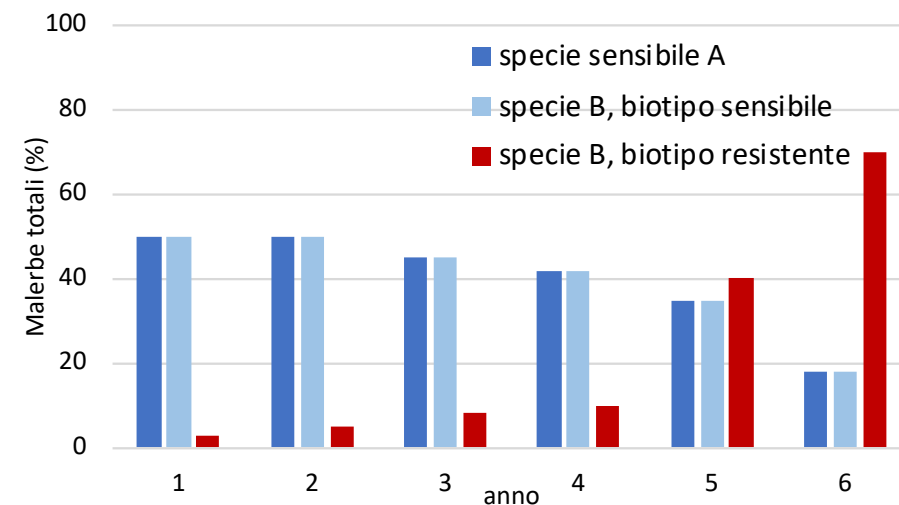
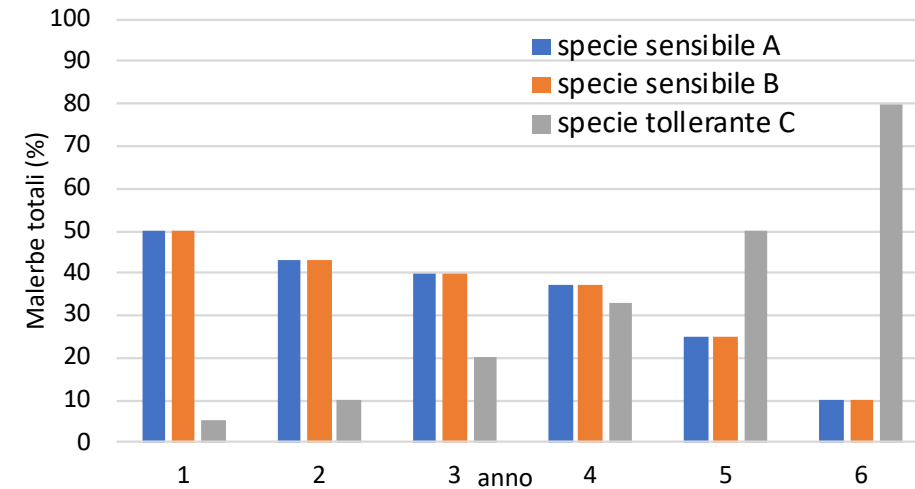
Cambiamento composizione
infestazione

specializzazione/dominanza di
alcune malerbe (weed shift)

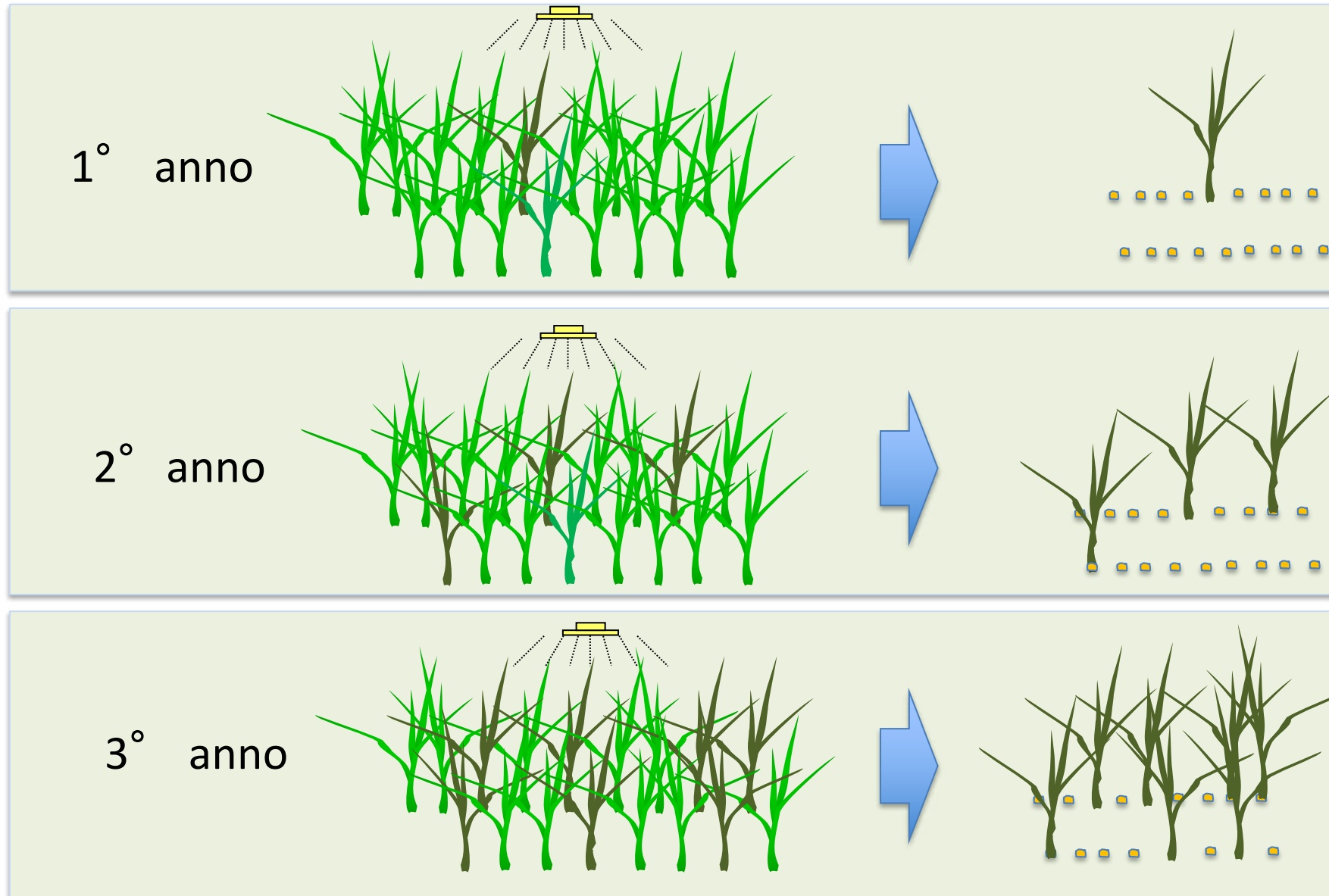
da dominanza DIGSA a PANDI causa
uso ripetuto triazine

Resistenza

uso ripetuto stesso erbicida causa
selezione biotipo resistente



Comparsa della resistenza



...definizioni...

Resistenza semplice (resistance)

a uno o più erbicidi di una **stessa famiglia chimica (=gruppo chimico)**

Resistenza incrociata (cross resistance)

a erbicidi appartenenti a diverse famiglie chimiche con **stesso meccanismo d'azione**

Es. solfoniluree e imidazolinoni

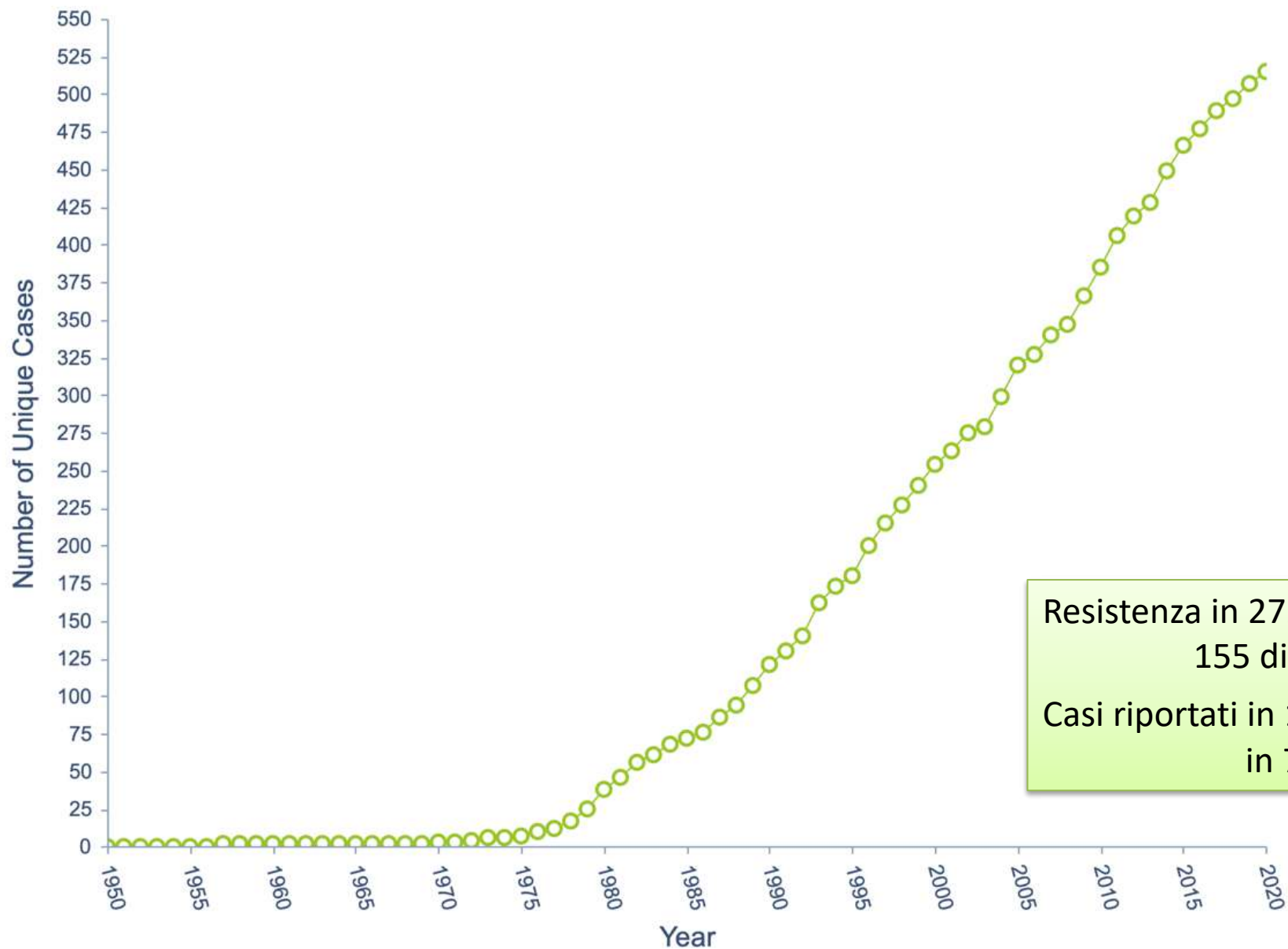
Resistenza multipla (multiple resistance)

a erbicidi appartenenti a diverse famiglie chimiche con **diversi meccanismi d'azione**

Resistenza incrociata negativa (negative cross-resistance)

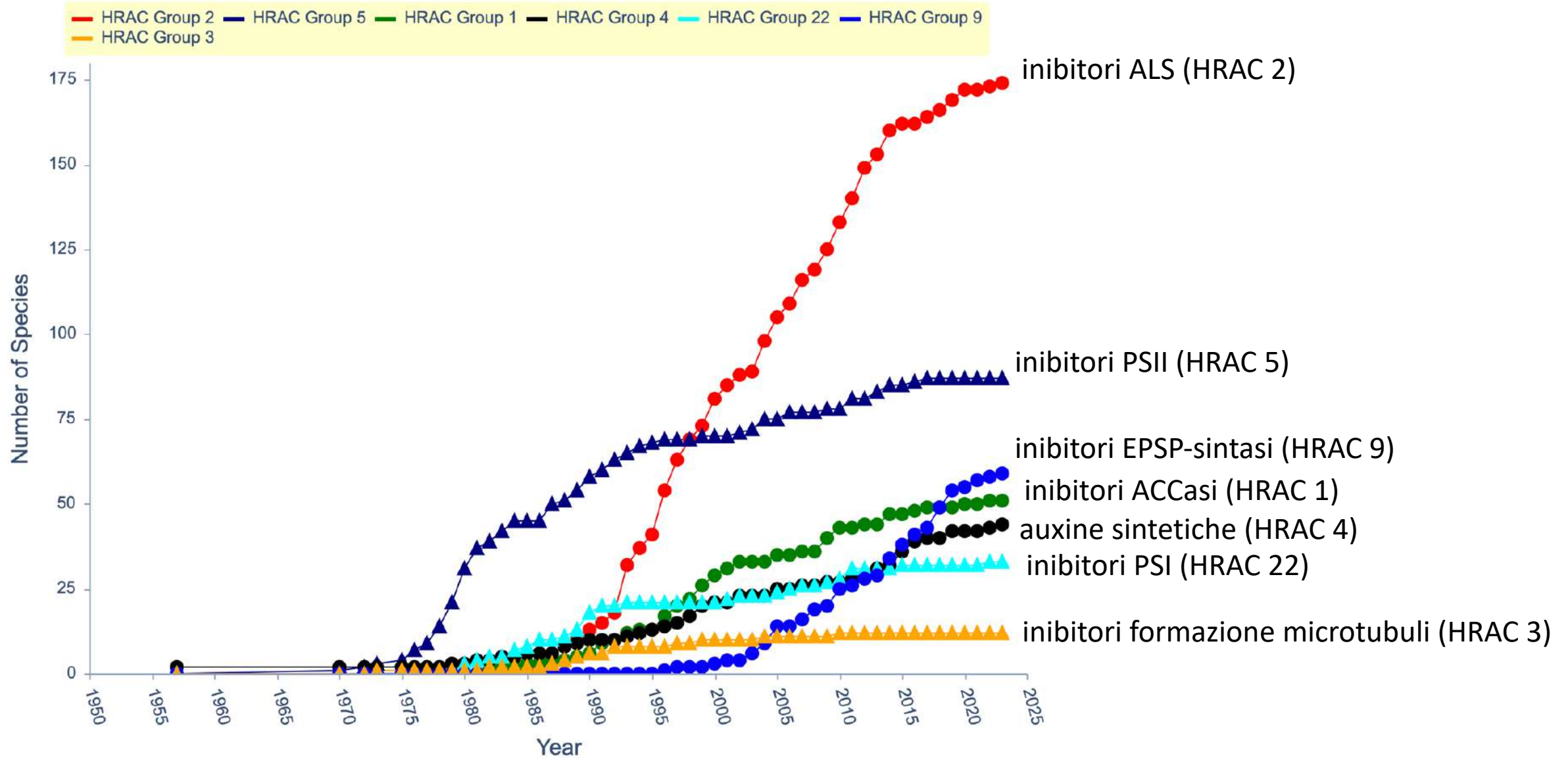
la resistenza di una pianta a una classe chimica determina un aumento della sensibilità nei confronti di un'altra famiglia chimica

Numero di casi di resistenza (a livello mondiale)



Resistenza in 272 specie infestanti
155 dicot, 117 monocot
Casi riportati in 100 colture
in 72 nazioni

Numero di specie resistenti per meccanismo di azione



Principali specie che hanno sviluppato resistenza (a livello mondiale)

Global Summary
 you can select by country in yellow box
Herbicide Resistant Weeds by Species and Site of Action
 *****HRAC Group Codes*****
 Click Headers to Sort Data. Data Current as of : Thursday, February 8, 2024

Species	Total	1	2	5	22	9	3	4	27	Other
<i>Poa annua</i>	10									5
<i>Lolium rigidum</i>	9									4
<i>Amaranthus palmeri</i>	8									3
<i>Avena fatua</i>	7									3
<i>Eleusine indica</i>	7									2
<i>Echinochloa crus-galli var. crus-galli</i>	6									1
<i>Lolium perenne ssp. multiflorum</i>	6									2
<i>Amaranthus hybridus (syn: quitensis)</i>	5									2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5									2
<i>Amaranthus tuberculatus (=A. rudis)</i>	5									1
<i>Arctotheca calendula</i>	5									1
<i>Conyza sumatrensis</i>	5									1
<i>Echinochloa colona</i>	5									1
<i>Lolium perenne</i>	5									2
<i>Raphanus raphanistrum</i>	5									1
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	4									1
<i>Avena sterilis ssp. ludoviciana</i>	4									1
<i>Conyza bonariensis</i>	4									1
<i>Hordeum murinum ssp. glaucum</i>	4									0
<i>Kochia scoparia</i>	4									1
<i>Sorghum halepense</i>	4									0
<i>Alopecurus aequalis</i>	3									0
<i>Alopecurus japonicus</i>	3									0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	3									0
<i>Avena sterilis</i>	3									1

Principali specie che hanno sviluppato resistenza in Italia

colture arboree



Conyza canadensis
Scheda descrittiva
Mappa (colt. arboree) **EPSP**



Lolium spp.
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ACCasi**
ALS
Mappa (medica) **ACCasi**
Mappa (colt. arboree) **EPSP**



Avena sterilis
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ACCasi**
ALS



Lolium spp.
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ACCasi**
ALS
Mappa (medica) **ACCasi**
Mappa (colt. arboree) **EPSP**



Papaver rhoeas
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ALS**
2,4-D



Phalaris paradoxa
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ACCasi**



Sinapis arvensis
Scheda descrittiva
Mappa (frumento) **ALS**

frumento

mais



Chenopodium album
Scheda descrittiva



Echinochloa crus-galli
Scheda descrittiva
Mappa (mais) **ALS**
Mappa (Riso) **ACCasi**
ALS Propanile



Solanum nigrum
Scheda descrittiva



Amaranthus hybridus
Scheda descrittiva



Amaranthus retroflexus
Scheda descrittiva
Mappa (dicot. estive) **ALS**



Amaranthus tuberculatus
Scheda descrittiva



Sorghum halepense
Scheda descrittiva
Mappa (dicot. estive) **ACCasi**

soia

riso



Alisma plantago-aquatica
Scheda descrittiva
Mappa (riso) **ALS**



Oryza sativa
Scheda descrittiva
Mappa (riso) **ALS**



Echinochloa crus-galli
Scheda descrittiva
Mappa (mais) **ALS**
Mappa (Riso) **ACCasi**
ALS Propanile



Schoenoplectus mucronatus
Scheda descrittiva
Mappa (riso) **ALS**

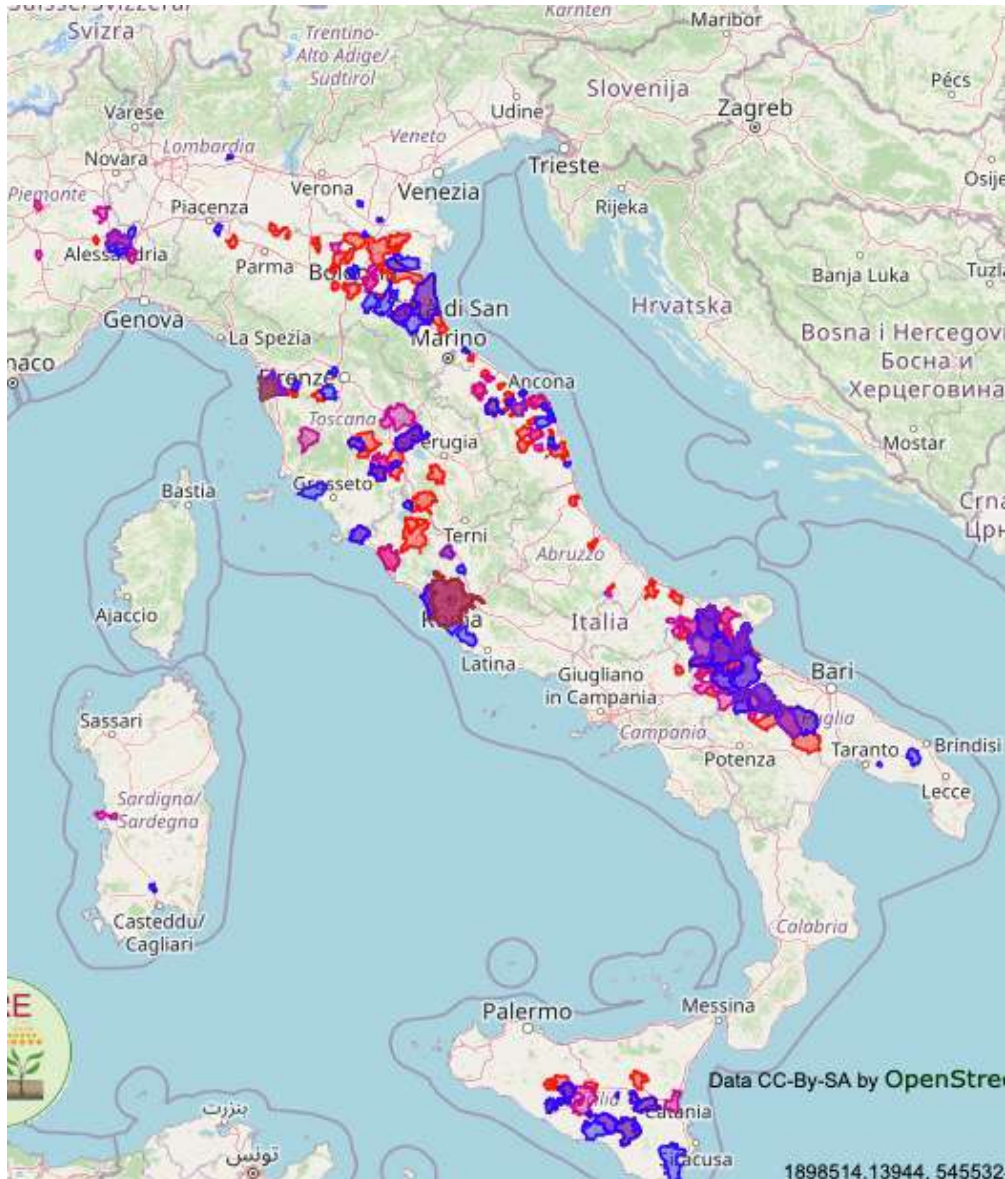


Cyperus difformis
Scheda descrittiva
Mappa (riso) **ALS**



Cyperus esculentus
Scheda descrittiva

Resistenze frumento tenero/duro



Inibitori ACCasi

- *A. myosuroides*
- *Avena* spp.
- *Phalaris* spp.
- *Lolium* spp.

Inibitori ALS

- *Avena* spp.
- *Lolium* spp.
- *Papaver rhoeas*
- *Sinapis arvensis*

Inibitori EPSP

- *Lolium* spp.

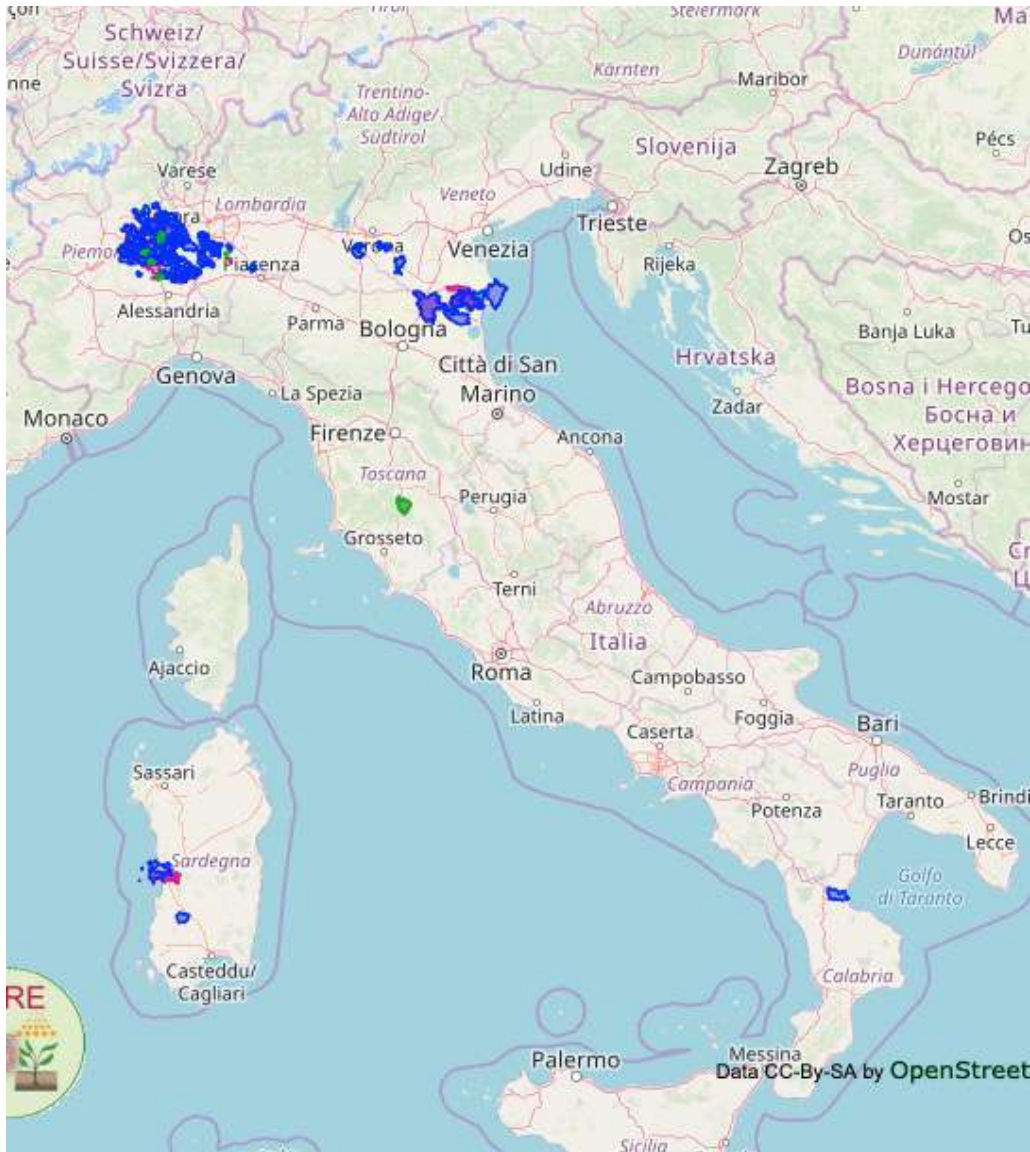
Auxine sintetiche (ormonici)

- *Papaver rhoeas* (f. duro)

Resistenze multiple

- *Lolium* spp.
- *Avena* spp.
- *P. rhoeas*

Resistenza riso



<http://gire.mlib.cnr.it/>

Infestanti resistenti

Inibitori ALS

- *Echinochloa* spp.
(giavoni bianchi e rossi)
- *Schoenoplectus mucronatus*,
- *Cyperus difformis*, *C. esculentus* (ciperacee)
- *Alisma plantago-aquatica* (alisma)
- *Oryza sativa* (riso crodo)
- *Amaranthus hybridus*

Inibitori ACCasi

- *Echinochloa* spp.
(giavoni bianchi e rossi)
- *Digitaria sanguinalis*

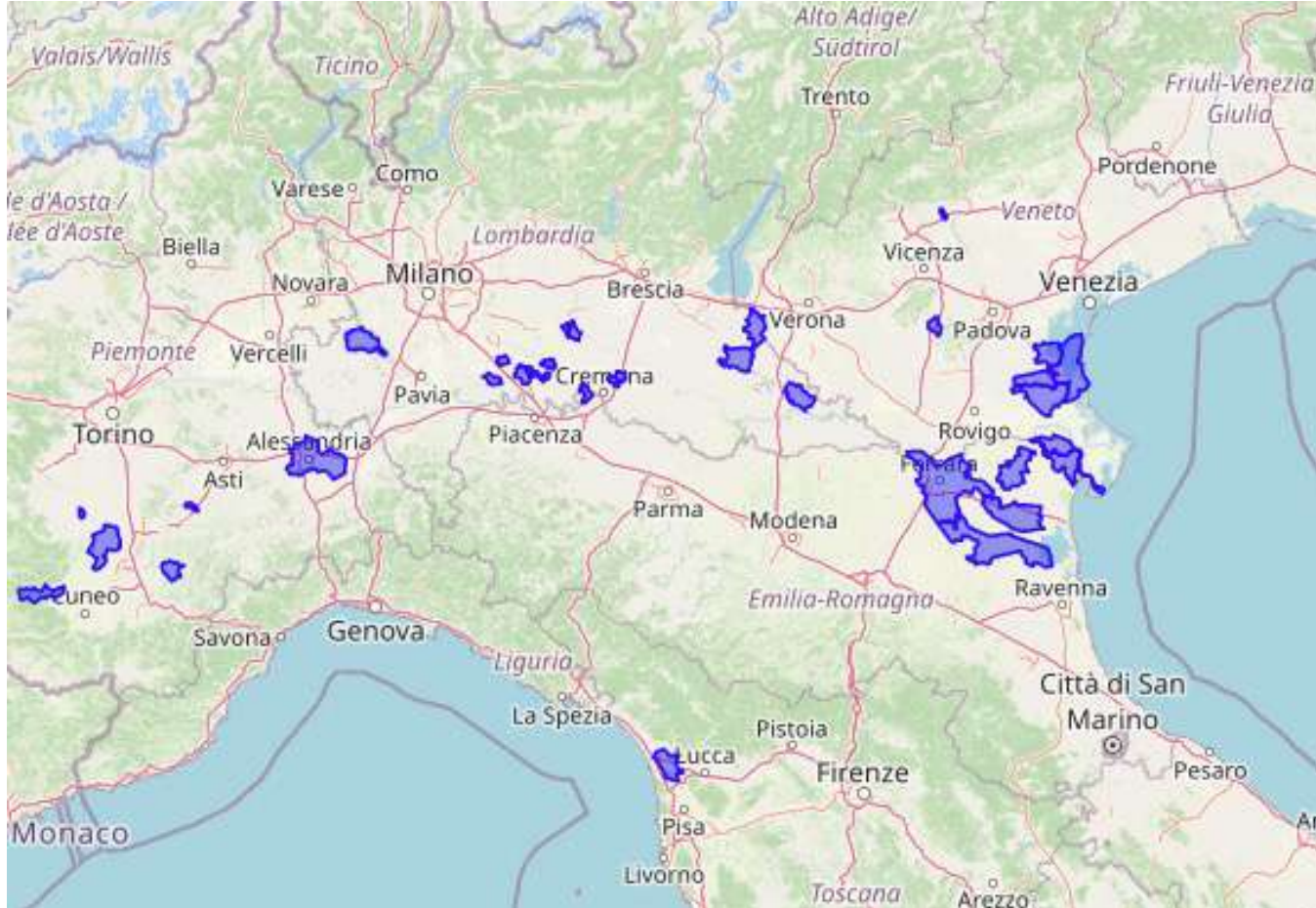
Inibitori fotosintesi (PSII)

Echinochloa crus-galli

Resistenze multiple

Echinochloa spp.

Resistenze mais



Inibitori ALS

Amaranthus retroflexus

Amaranthus tuberculatus

Echinochloa spp.

Papaver rhoeas

Sorghum halepense

Meccanismi di resistenza

Di sito d'azione (in genere enzima) (target-site resistance)

- *Alterazione sito (mutazioni genetiche)*
(*Altered target site*)
- *Sovrapproduzione sito*
(*Target-site overproduction*)



Modificazione sito, impedito
attacco molecola erbicida



Aumento produzione enzima
"diluita" attività erbicida

R monogenica

Non di sito d'azione (NTS: non target-site resistance)/metabolica

anche chiamata R sottrattiva o exclusionary resistance

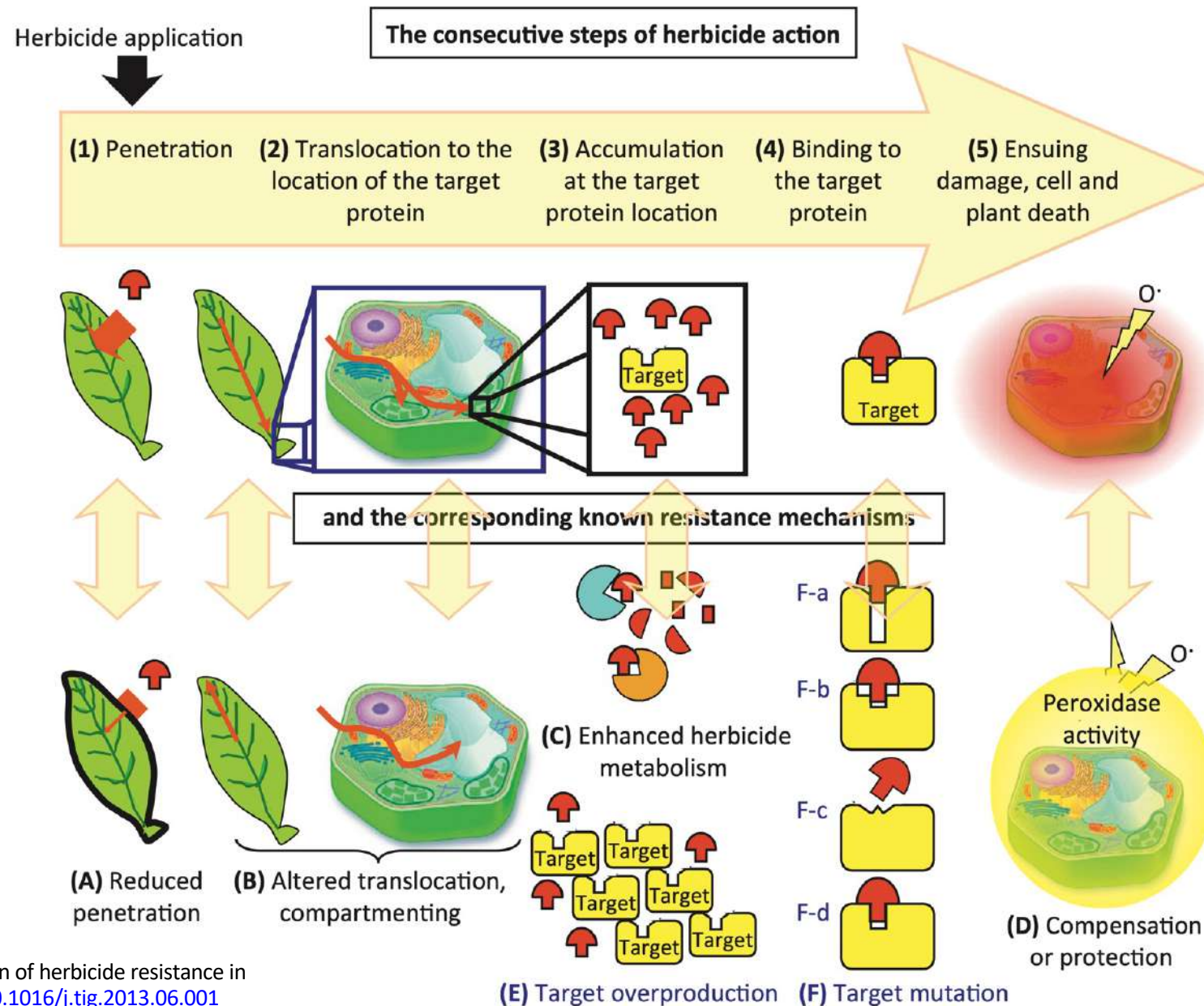
Ridotta penetrazione dell'erbicida

Modificazione biochimica dell'erbicida (degradazione), compartimentazione

R poligenica

Entrambi i meccanismi possono coesistere in una singola specie, popolazione o individuo

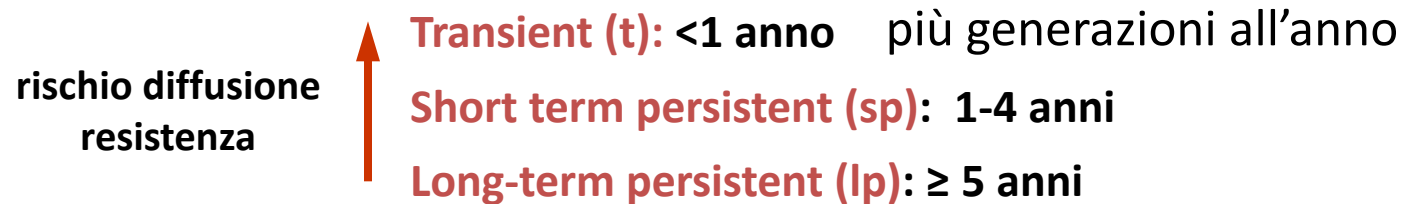
Meccanismi di resistenza



Fattori predisponenti la resistenza

Malerbe

- Frequenza degli individui resistenti
frequenza R 1:100.000 sviluppo più rapido resistenza rispetto a 1:1milione
- ipersensibilità agli erbicidi (**elevata pressione selettiva**)
- longevità banca semi:



Erbicidi

- meccanismo di azione
- assenza di rotazione di erbicidi (monosuccessione)
- elevata residualità
- impiego di dosi sub-letali (resistenza metabolica)

Fattori predisponenti la resistenza

Aspetti agronomici

- monosuccessione colturale
- colture poco competitive
- lavorazioni ridotte
- limitato numero di tipi di mezzi di controllo
- ripetizione trattamenti con erbicidi con uguale MoA

Quadro normativo

- Direttiva 91/414/EEC e poi regolamento (CE) 1107/2009

Uscita dal mercato di ~ 70% dei prodotti fitosanitari con MoA differenziato

Il caso del riso

Erbicidi utilizzabili per il controllo di *Echinochloa* spp. in risaia

HRAC	Sostanza attiva	MoA	Attivo su*
PRE-SEMINA			
1	Cicloxydim	ACC-ase inh.	G
1	Propaquizafop	ACC-ase inh.	G
1	Clethodim	ACC-ase inh.	G
9	Glyphosate	EPSP synt. inh.	GD
PRE-SEMINA, PRE-EMERGENZA, POST-EMERGENZA			
13	Clomazone	Carotenoid syn. inh.	G
PRE-SEMINA, POST-EMERGENZA			
4	Florpyrauxifen-benzil	Synthetic auxins	GDC
PRE-EMERGENZA			
13	Clomazone +	Carotenoid syn. inh.	G
3	Pendimethalin	Microtubule assem. inh.	
0	Napropamide	Cell division inh.	G

HRAC	Sostanza attiva	MoA	Attivo su*
POST-EMERGENZA			
1	Cyhalofop butyl	ACC-ase inh.	G
1	Profoxydim	ACC-ase inh.	G
1	Cycloxydim ¹	ACC-ase inh.	G
1	Cyhalofop butyl +	ACC-ase inh	GD
2	Penoxsulam	ALS inh.	
2	Azimsulfuron	ALS inh.	GDC
2	Penoxsulam	ALS inh.	GDC
2	Bispyribac-Na	ALS inh.	GDC
2	Imazamox ²	ALS inh.	GDC
2	Penoxsulam +	ALS inh.	GDC
4	Triclopyr	Synthetic auxins	
1: solo su varietà tolleranti a cycloxydim			
2: solo su varietà tolleranti a imazamox			

* Attivo su **G**=graminacee, **D**=dicotiledoni, **C**=ciperacee

Ridotta possibilità di ruotare fra meccanismi di azione diversi in post-emergenza

Possibile valorizzazione di pre-semina e pre-emergenza come strategia di gestione delle resistenze



fonte: GIRE®. Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi. Internet 10 marzo 2022, www.resistenzaerbicidi.it

È davvero resistenza?

Verificare altre cause di scarsa efficacia trattamenti:

- **trattamento erbicida**

- dosi inadeguate

- scarsa copertura trattamento

- epoca errata (malerbe stadio avanzato)

- mancata aggiunta coadiuvanti (se necessari)

- antagonismo tra erbicidi

- **condizioni climatiche/suolo**

- suolo eccessivamente asciutto o bagnato

- letto di semina (elevata zollosità...)

- adsorbimento erbicida a particelle suolo/S.O.

- condizioni ambientali sfavorevoli (caldo, asciutto)

- mancanza di precipitazioni per attivazione erbicidi (pre-emergenza)

- precipitazioni a breve tempo dopo trattamenti di post-emergenza



<https://cropwatch.unl.edu>

Sintomi della resistenza in campo

- piante vigorose in mezzo a molte piante ben controllate della stessa specie
- piante di una specie sensibile ad un prodotto poco controllate accanto a piante di specie sensibili ben controllate
- piante (sfuggite al trattamento) di una specie ben controllata in precedenza dallo stesso prodotto, alla stessa dose
- piante resistenti già segnalate nella zona

Accertamento resistenza

Previsto da normative europee

- Reg. 1107/2009 (CE): criteri comunitari registrazione agrofarmaci (riferimento a linee guida EPPO)
- Dir. 128/2009: uso sostenibile prodotti fitosanitari (attraverso PAN)

Articolato su più livelli

- biosaggi su pianta intera e creazione curva dose-risposta
- analisi *in vitro/in vivo* dell'attività del sito d'azione in risposta alla presenza dell'erbicida
- identificazione delle mutazioni del sito d'azione
- studi sulle alterazioni del metabolismo

Strategie per la gestione delle resistenze – criteri generali

- **Rotazione erbicidi a diverso meccanismo d'azione**
- **impiego di miscele di erbicidi/alternare erbicidi con diverso MoA**
 - i vari erbicidi dovrebbero soddisfare alcuni requisiti:*
 - analogo spettro di efficacia
 - diverso meccanismo di azione
 - analogo livello di efficacia sulle varie specie
 - simile persistenza
 - diversa modalità di degradazione nella pianta
- **utilizzo degli erbicidi solo se necessario**
- **eliminazione degli individui sfuggiti agli interventi**
- **impiego erbicidi con ridotta persistenza**
- **non aumentare le dosi di impiego-usare dosi di etichetta**
- **monitoraggio regolare**
- **adozione tecniche di controllo integrato**



Mais

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 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



Mais - continua

Cosa devo fare se ho biotipi resistenti nella mia azienda?

- 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:

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 2).

L'impiego ripetuto di erbicidi aventi questo meccanismo d'azione ha causato la selezione di biotipi resistenti.

Gestire/prevenire le resistenze

Etichettatura

VIPER™

Erbicida di post-emergenza per il riso

OLIO DISPERSIBILE

Meccanismo d'azione: gruppo B (HRAC)

Composizione di VIPER
Penoxsulam 2.14% (= 20 g/L)
Coformulanti q.b. a g 100
Contiene: 1,2-benzisothiazol-3-(2H)-one



ATTENZIONE

INDICAZIONI DI PERICOLO H315: Provoca irritazione cutanea. **H317:** Può provocare una reazione allergica cutanea. **H319:** Provoca grave irritazione oculare. **H410:** Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata. **EUH401:** Per evitare rischi per la salute umana e per l'ambiente, seguire le istruzioni per l'uso.

CONSIGLI DI PRUDENZA P280: Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso. **P333+P313:** In caso di irritazione o eruzione della pelle, consultare un medico. **P337+P313:** Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. **P391:** Raccogliere il materiale fuoriuscito. **P501:** Smaltire il contenuto/recipiente in accordo con la normativa vigente.

Corteva Agriscienze Italia s.r.l – Via dei Comizi Agrari, 10 – 26100 Cremona
Tel. +39 0372 709900

GESTIONE DELLA RESISTENZA

L'uso ripetuto di prodotti con il medesimo meccanismo d'azione può determinare la selezione di infestanti resistenti. Per prevenire o ritardare tale selezione è raccomandabile utilizzare un programma di diserbanti con diversi meccanismi d'azione e di utilizzare gli erbicidi nello stadio ottimale, quando le infestanti sono piccole ed in attiva crescita, evitando le condizioni sfavorevoli (freddo, siccità, ristagno, ecc.). VIPER è un inibitore dell'ALS (acetolattato sintasi) e come tale non deve essere utilizzato più di una volta per stagione e non deve essere applicato in sequenza ad altri erbicidi aventi lo stesso meccanismo d'azione. E' possibile miscelare VIPER con altri prodotti con meccanismo d'azione ALS per allargarne lo spettro d'azione. In presenza di infestanti a ridotta sensibilità raccomandiamo di miscelare o alternare il prodotto con erbicidi a diverso meccanismo d'azione. E' importante evitare che queste infestanti producano semi al fine di limitarne la diffusione.

COLTURE IN ROTAZIONE

Dopo aver impiegato VIPER su riso non esistono particolari controindicazioni per le seguenti colture che potrebbero entrare in rotazione con il riso: frumento tenero e duro, orzo, soia, girasole e mais. Per altre colture, fra il trattamento con VIPER e la semina, è consigliabile attendere circa 12 mesi.

DISTRUZIONE ACCIDENTALE DELLA COLTURA

In caso di fallimento accidentale della coltura per avversità meteorologiche, attacchi parassitari ecc è possibile riseminare riso non prima di 3 settimane dal trattamento, dopo aver effettuato una lavorazione molto superficiale.

ATTENZIONE: da impiegarsi esclusivamente per gli usi e alle condizioni riportate in questa etichetta. Chi impiega il prodotto è responsabile degli eventuali danni derivanti da uso improprio del preparato. Il rispetto di tutte le indicazioni contenute nella presente etichetta è condizione essenziale per assicurare l'efficacia del trattamento e per evitare danni alle piante, alle persone ed agli animali. Non applicare con mezzi aerei. Operare in assenza di vento. Da non vendersi sfuso. Il contenitore non può essere riutilizzato.

Relazione fra modalità di gestione e rischio di sviluppo di resistenza

Modalità di gestione	Rischio di sviluppo resistenza		
	BASSO	MEDIO	ALTO
Miscele di erbicidi o rotazione di erbicidi in sistemi colturali	> 2 MoA	2 MoA	1 MoA
Controllo infestanti nei sistemi colturali	colturale, meccanico e chimico	colturale e chimico	solo chimico
Ricorso ad erbicidi con stesso MoA nella stessa stagione colturale	una volta	alcune volte	molte volte
Sistema colturale	rotazione completa	rotazione parziale	monosuccessione
Segnalazioni di resistenza per gli erbicidi con stesso MoA	nessuna	limitate	numerose
Livello di infestazione	basso	medio	alto
Efficacia negli ultimi tre anni	buona	decescente	scarsa

Da Valverde *et al.*, 2000

Risorse internet sulle resistenze

HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

<https://hracglobal.com/>

Herbicide Resistance-Weed Database

<http://weedsociety.org/Home.aspx>

WSSA (Weed Science Society of America)

<https://wssa.net/projects/herbicide-resistance/>

Gruppo Italiano Resistenza Erbicidi

<http://gire.mlib.cnr.it/>

