

MALERBE RESISTENTI AGLI ERBICIDI

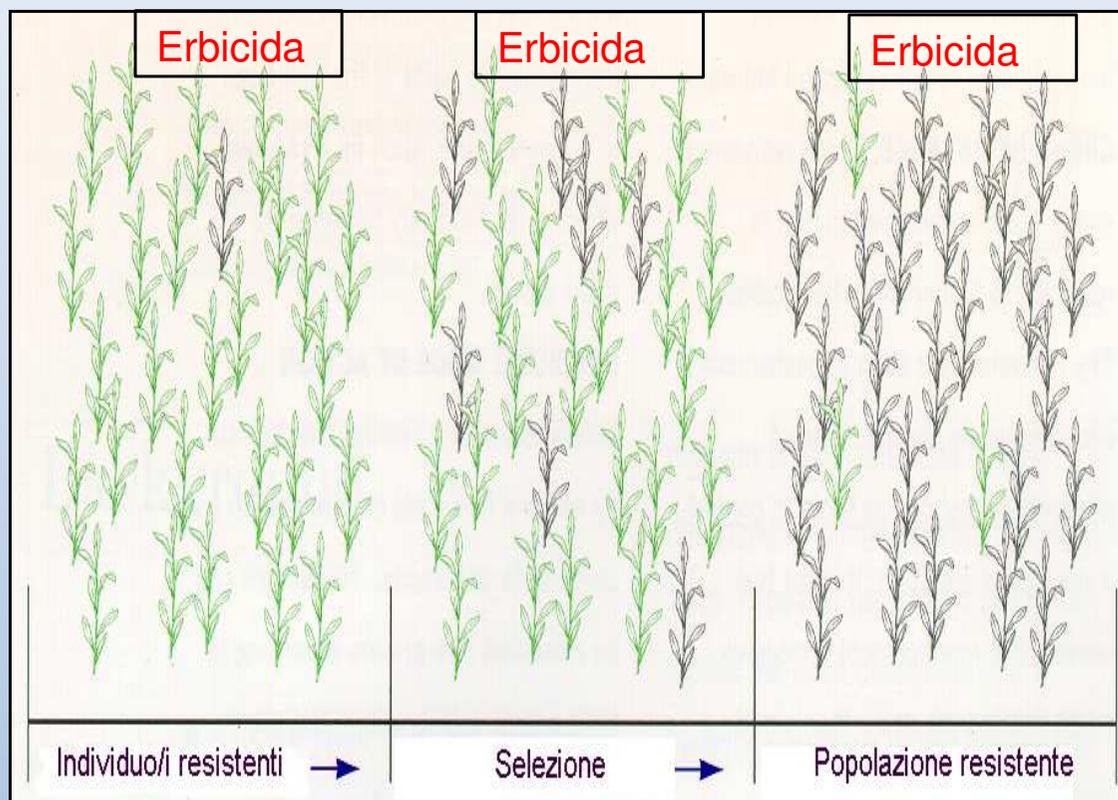
Situazione in continua evoluzione, nuove problematiche
malerbologiche e maggiore complessità di gestione

Laura Scarabel

Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP) - CNR

Webinar SIRFI, 9 gennaio 2025

La resistenza è un processo evolutivo ...



Variabilità genetica delle popolazioni di malerbe



Pressione di selezione esercitata dagli erbicidi



La piante con maggiore adattabilità (fitness) sopravvivono



Il carattere «resistente» è trasmesso alla discendenza

Bisogna distinguere tra:

La **resistenza** è la naturale ed ereditabile capacità di alcuni individui di una popolazione di sopravvivere ad una dose di erbicida che normalmente viene utilizzata per il loro controllo

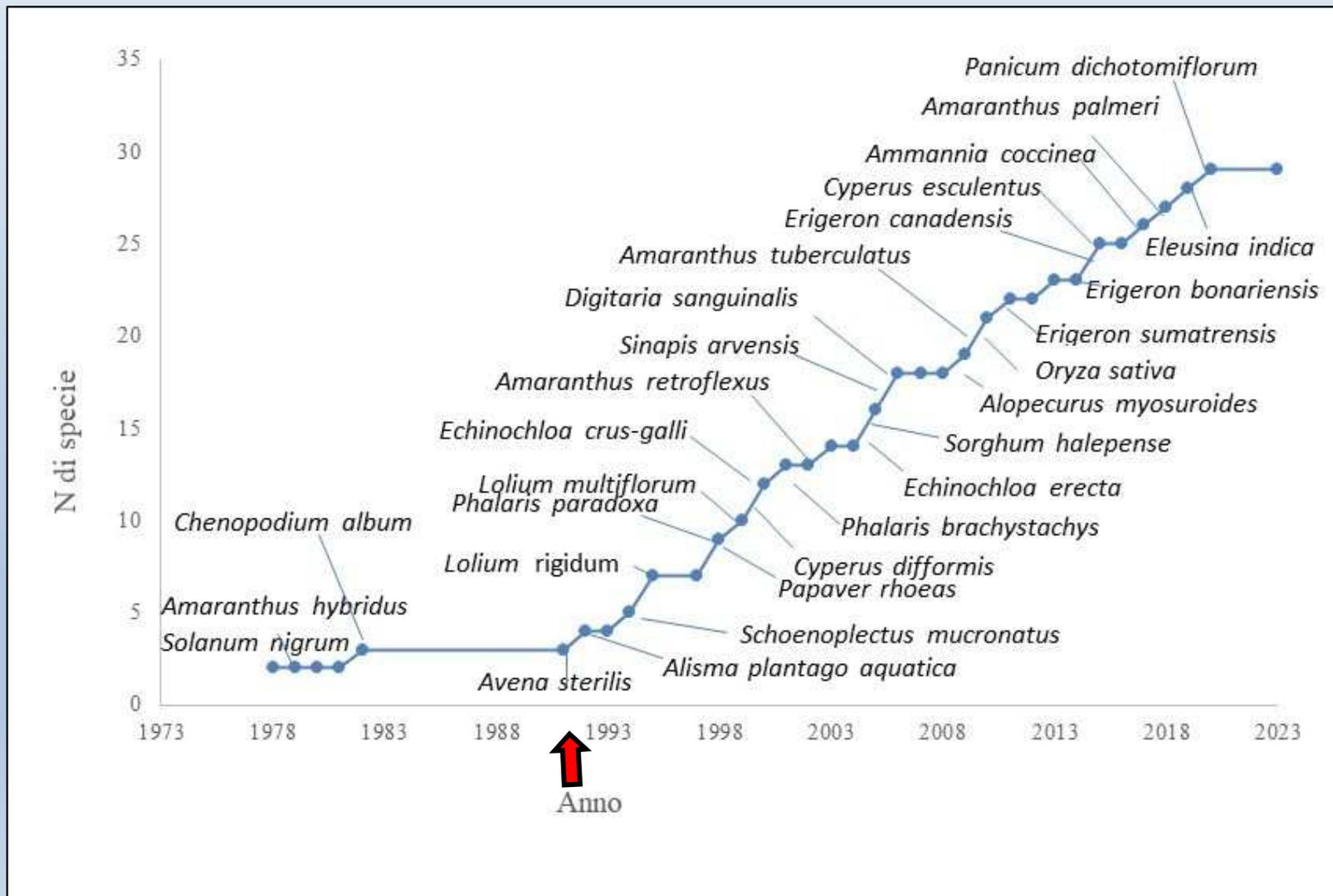
⇒ riguarda cioè le specie-bersaglio dell'erbicida (sono le specie indicate in etichetta come ben controllate dall'erbicida)

La **tolleranza** è la intrinseca capacità di una specie, di sopravvivere e riprodursi dopo un certo trattamento erbicida. Questo implica che non c'è stata alcuna selezione o manipolazione genetica. La pianta è naturalmente tollerante.

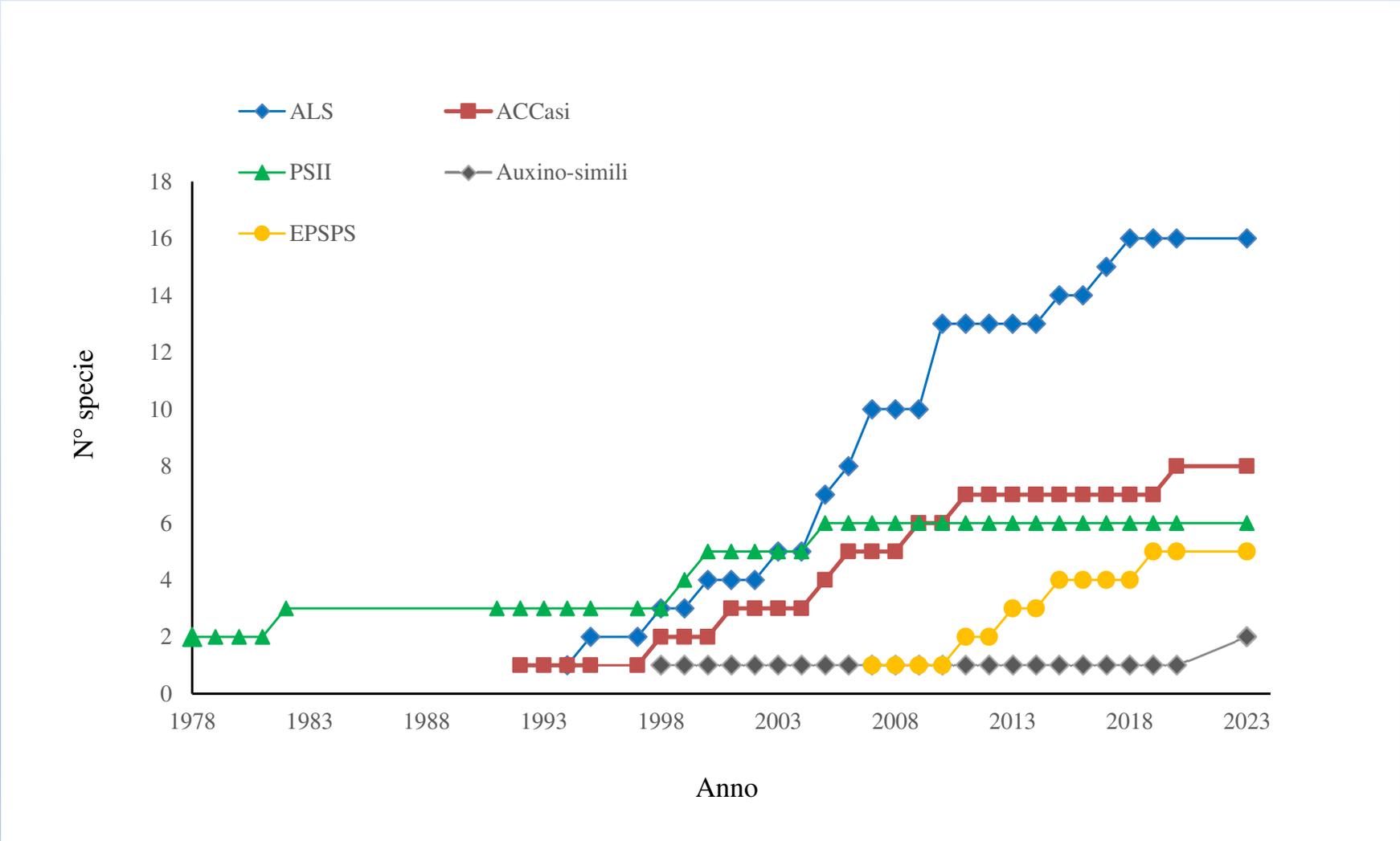
Cronologia delle specie di malerbe resistenti agli erbicidi in Italia



La resistenza interessa 29 specie di malerbe



Resistenze in relazione al meccanismo d'azione degli erbicidi in ITALIA



Classificazione degli erbicidi in base al meccanismo d'azione degli erbicidi



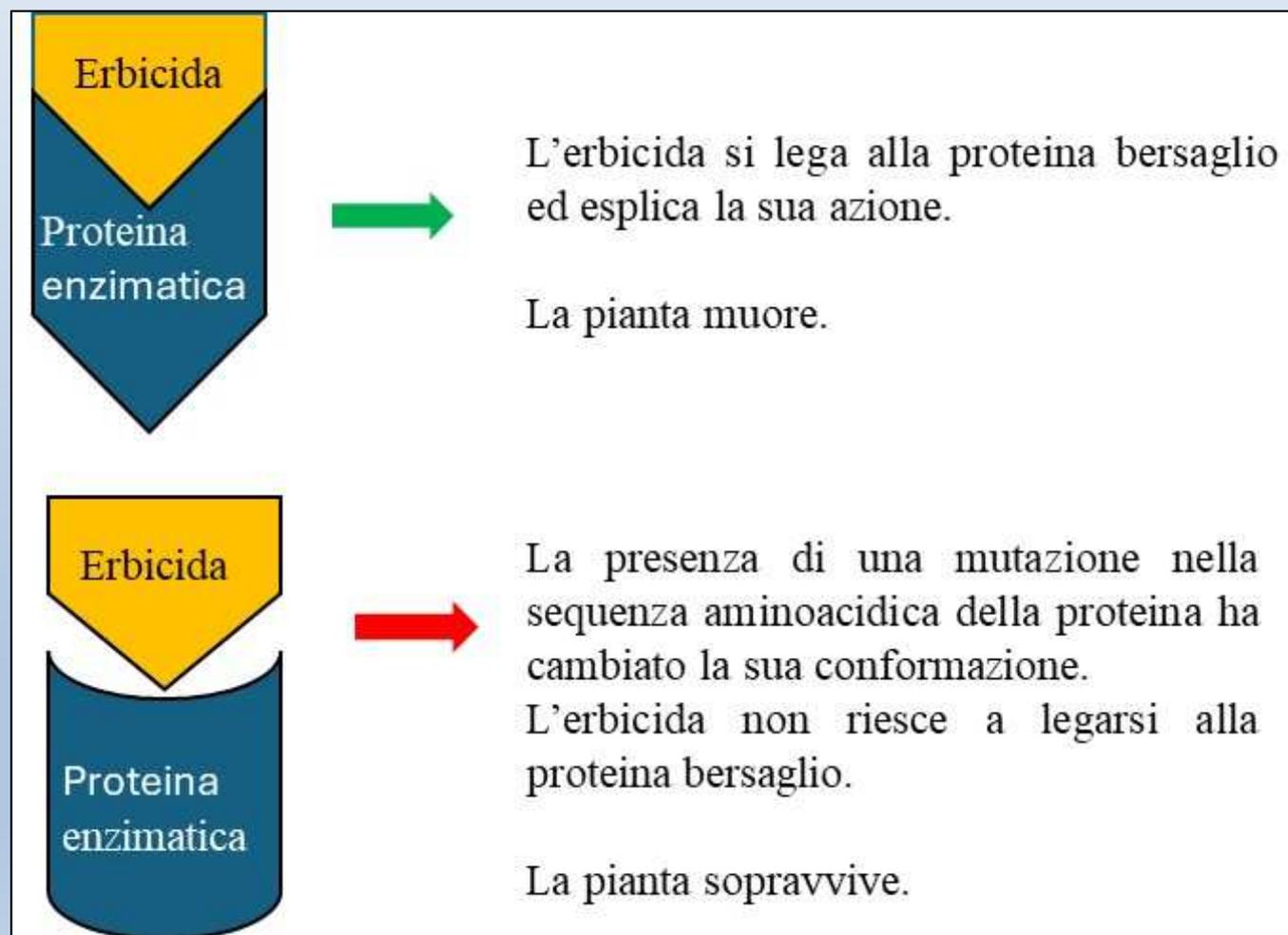
HRAC WSSA	HRAC		HRAC WSSA	HRAC	
1	A	Inibizione dell'enzima Acetil-CoA Carbossilasi (ACCasi)	19	P	Inibitori del trasporto delle auxine
2	B	Inibizione dell'enzima acetolattato sintasi (ALS)	22	D	Deviazione degli elettroni a livello del fotosistema I
3	K1	Inibizione dell'assemblaggio dei microtubuli	23	K2	Inibizione dell'organizzazione dei microtubuli
4	O	Azione simile all'acido indol acetico (auxine sintetiche)	24	M	Disaccoppianti
5	C1,2	Inibizione della fotosintesi a livello del fotosistema II – Serina 264	27	F2	Inibizione del 4-idrossifenil-piruvato-diossigenasi (4-HPPD)
6	C3	Inibizione della fotosintesi a livello del fotosistema II – Istidina 215	29	L	Inibizione della sintesi della parete cellulare (cellulosa)
9	G	Inibizione dell'enzima EPSP sintasi	30	Q	Inibizione della tioesterasi degli acidi grassi
10	H	Inibizione della glutammina sintetasi	31	R	Inibizione della fosfatasi proteica serina-treonina
12	F1	Inibizione della biosintesi dei carotenoidi a livello della fitoene desaturasi (PDS)	32	S	Inibizione della solanesil difosfato sintasi
13	F4	Inibizione della deossi-D-xilulosio fosfato sintasi (DOXP)	33	T	Inibizione di homogentisate Solanesyl Transferasi
14	E	Inibizione dell'enzima protoporfirinogeno ossidasi (PPO)	34	F3	Inibizione della licopene ciclastasi
15	K3	Inibizione della sintesi degli acidi grassi a catena molto lunga	0	Z	Meccanismo d'azione sconosciuto
18	I	Inibizione della diidropteroato sintasi			

Nuova classificazione con codice numerico

<https://hracglobal.com>

Meccanismi di resistenza legati al sito bersaglio

1) Meccanismo di resistenza dovuto ad una modifica nel sito bersaglio dell'erbicida



Mutazioni nel gene che codifica la proteina target

Biotipi italiani di *Papaver rhoeas* resistenti agli inibitori dell'ALS

Codice	Comune	Codone	Amino acido ₁₉₇	Resistenza Tribenuron	Resistenza florasulam
00-8	Legnaro	CCT	Pro	S	S
00-10	Roma	ACT	Thr	R	R
98-05	Bari	CAT	His	R	R
02-19	Foggia	TCT	Ser	R	R
02-20	Lavello (PZ)	CAT	His	R	S
02-24	Lucera (FG)	CAT	His	R	S
02-26	Capalbio (GR)	TCT	Ser	R	S
04-37	Troia (FG)	TCT	Ser	R	R
04-41	Troia (FG)	TTT	Phe	R	R
04-43	Montedoro (CL)	CGT	Arg	R	R
04-44	Milena (CL)	CTT	Leu	R	R

Meccanismi di resistenza legati al sito bersaglio

2) Aumento dell'espressione dell'enzima target

Biotipi americani di *Amaranthus palmeri* resistenti al glifosate



- Determinata dall'aumento del numero di copie del gene *EPSPS* (fino a 160 copie)
- Maggiore livello di espressione

Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*

Todd A. Gaines^{a,1}, Wenli Zhang^b, Dafu Wang^c, Bekir Bukun^a, Stephen T. Chisholm^a, Dale L. Shaner^d, Scott J. Nissen^a, William L. Patzoldt^e, Patrick J. Tranel^e, A. Stanley Culpepper^f, Timothy L. Grey^f, Theodore M. Webster^g, William K. Vencill^h, R. Douglas Sammons^c, Jiming Jiang^b, Christopher Prestonⁱ, Jan E. Leach^a, and Philip Westra^{a,2}

^aDepartment of Bioagricultural Sciences and Pest Management, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523; ^bDepartment of Horticulture, University of Wisconsin, Madison, WI 53706; ^cMonsanto Company, St. Louis, MO 63167; ^dWater Management Research Unit, US Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS), Fort Collins, CO 80526; ^eDepartment of Crop Sciences, University of Illinois, Urbana, IL 61801; ^fCrop and Soil Science Department, University of Georgia, Tifton, GA 31794; ^gCrop Protection and Management Research Unit, USDA-ARS, Tifton, GA 31794; ^hCrop and Soil Science Department, University of Georgia, Athens, GA 30602; and ⁱSchool of Agriculture, Food and Wine, University of Adelaide, Glen Osmond, SA 5064, Australia

Recentemente anche in biotipi spagnoli resistenti al glifosate
Manicardi et al. 2023 Weed Research

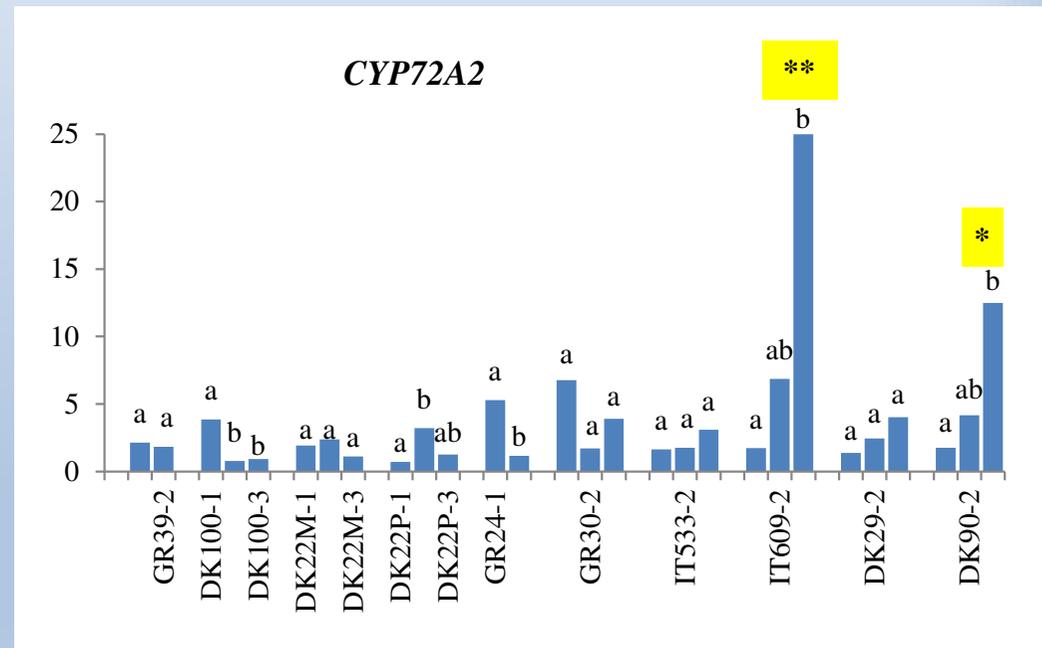
Meccanismi di resistenza non legati al sito bersaglio dell'erbicida (chiamati non target-site)

- Comprende tutti i meccanismi che impediscono o riducono la quantità di principio attivo che raggiunge il suo sito bersaglio (alterato assorbimento/ traslocazione, aumento metabolizzazione/compartimentazione erbicida).
- Controllo monogenico o poligenico (ampie famiglie geniche: es. citocromo P450 monoossigenasi)
- Tipo di resistenza più problematica in quanto può determinare resistenza ad erbicidi con diversa struttura e diverso meccanismo d'azione
- Principalmente presente nelle infestanti graminacee; ma ci sono anche alcuni casi nelle dicotiledoni

Aumento metabolizzazione dell'erbicida

- Presenza di enzimi metabolici in grado di degradare l'erbicida in prodotti meno tossici.
- I più comuni meccanismi di detossificazione sono dovuti ad un aumento attività delle citcromo-P450-monoossigenasi (P450s) che giocano un ruolo nel metabolismo ossidativo di numerose sostanze chimiche.

Aumento dell'espressione del gene *CYP72A2* in piante di *Lolium* resistente all'inibitore dell'ALS (mesosulfuron + iodosulfuron)



Sequestro dell'erbicida nel vacuolo

Barriera fisiologica che impedisce alla molecola erbicida di arrivare al bersaglio: **compartmentazione** glifosate nel vacuolo.

Meccanismo descritto in *Lolium* spp. e *Conyza* spp. resistenti al glifosate

JOURNAL OF
**AGRICULTURAL AND
FOOD CHEMISTRY**

Article
pubs.acs.org/JAFC

Vacuolar Glyphosate-Sequestration Correlates with Glyphosate Resistance in Ryegrass (*Lolium* spp.) from Australia, South America, and Europe: A ^{31}P NMR Investigation

Xia Ge,[†] D. André d'Avignon,[†] Joseph J. H. Ackerman,^{*,†,‡,#} Alberto Collavo,[§] Maurizio Sattin,[§] Elizabeth L. Ostrander,[⊥] Erin L. Hall,[⊥] R. Douglas Sammons,[⊥] and Christopher Preston[⊗]

Resistenza incrociata:

- solo un meccanismo d'azione coinvolto (1 MoA)
- solo un meccanismo di resistenza

Resistenza multipla:

- più di un meccanismo d'azione (più MoA)
- più di un meccanismo di resistenza (ma non sempre)

RESISTENZE MULTIPLE IN ITALIA

Aumento dei casi di resistenza multipla
7 specie di malerbe interessate con 10 biotipi

Specie	Anno	Erbicida o Gruppo di erbicidi	Gruppo HRAC	Colture	N° biotipo
<i>Papaver rhoeas</i>	1998	ALS+ Ormonici	B+O	Grano duro	1
<i>Lolium spp</i>	2002	ACCasi/ALS	A+B	Grano duro	2
<i>Avena sterilis</i>	2004	ACCasi/ALS	A+B	Grano duro	3
<i>Echinochloa erecta</i>	2003	Propanile+quinclorac	C2+L	Riso	4
<i>Echinochloa spp</i>	2009	ACCasi/ALS	A+B	Riso	5
<i>Lolium spp.</i>	2008	EPSPS/ACCasi	G+A	Frumento,	6
	2012	EPSPS/ALS	G+B	girasole	7
	2015	EPSPS/ALS/ACCasi	G+B+A	Annuale (mais) Frumento	8
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2020	ALS/ACCasi	A+B	Soia	9
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	2023	ALS/ Ormonici	B+O	riso	10

RESISTENZE MULTIPLE

Lolium spp.

Mappa generata in data: 20 Dec 24 - 12:07



- Inib. ACCasi (A)**
Specie infestanti
Lolium multiflorum, Lolium rigidum, Lolium spp.
Sistema colturale
 foraggiere: medica, frumento, frumento: frumento duro, frumento: frumento tenero

- Inib. ACCasi (A) + Inib. ALS (B)**
Specie infestanti
Lolium multiflorum, Lolium rigidum, Lolium spp.
Sistema colturale
 frumento, frumento: frumento duro, frumento: frumento tenero, orzo

- Inib. ACCasi (A) + Inib. ALS (B) + Inib. EPSPs (G)**
Specie infestanti
Lolium spp.
Sistema colturale
 frumento: frumento duro, frumento: frumento tenero

- Inib. ACCasi (A) + Inib. EPSPs (G)**
Specie infestanti
Lolium multiflorum, Lolium spp.
Sistema colturale
 frumento: frumento duro, frumento: frumento tenero

- Inib. ALS (B)**
Specie infestanti
Lolium multiflorum, Lolium spp.
Sistema colturale
 frumento, frumento: frumento duro, frumento: frumento tenero, mais, terreno incolto

- Inib. ALS (B) + Inib. EPSPs (G)**
Specie infestanti
Lolium spp.
Sistema colturale
 frumento

- Inib. EPSPs (G)**
Specie infestanti
Lolium rigidum, Lolium spp.
Sistema colturale



Gruppo Italiano Resistenza agli Erbicidi (GIRE)
<http://resistenzaerbicidi.it/>

Lolium spp.



Specie **allogama**

Elevata **variabilità genetica**

Semi **poco dormienti**

Diversi meccanismi di resistenza

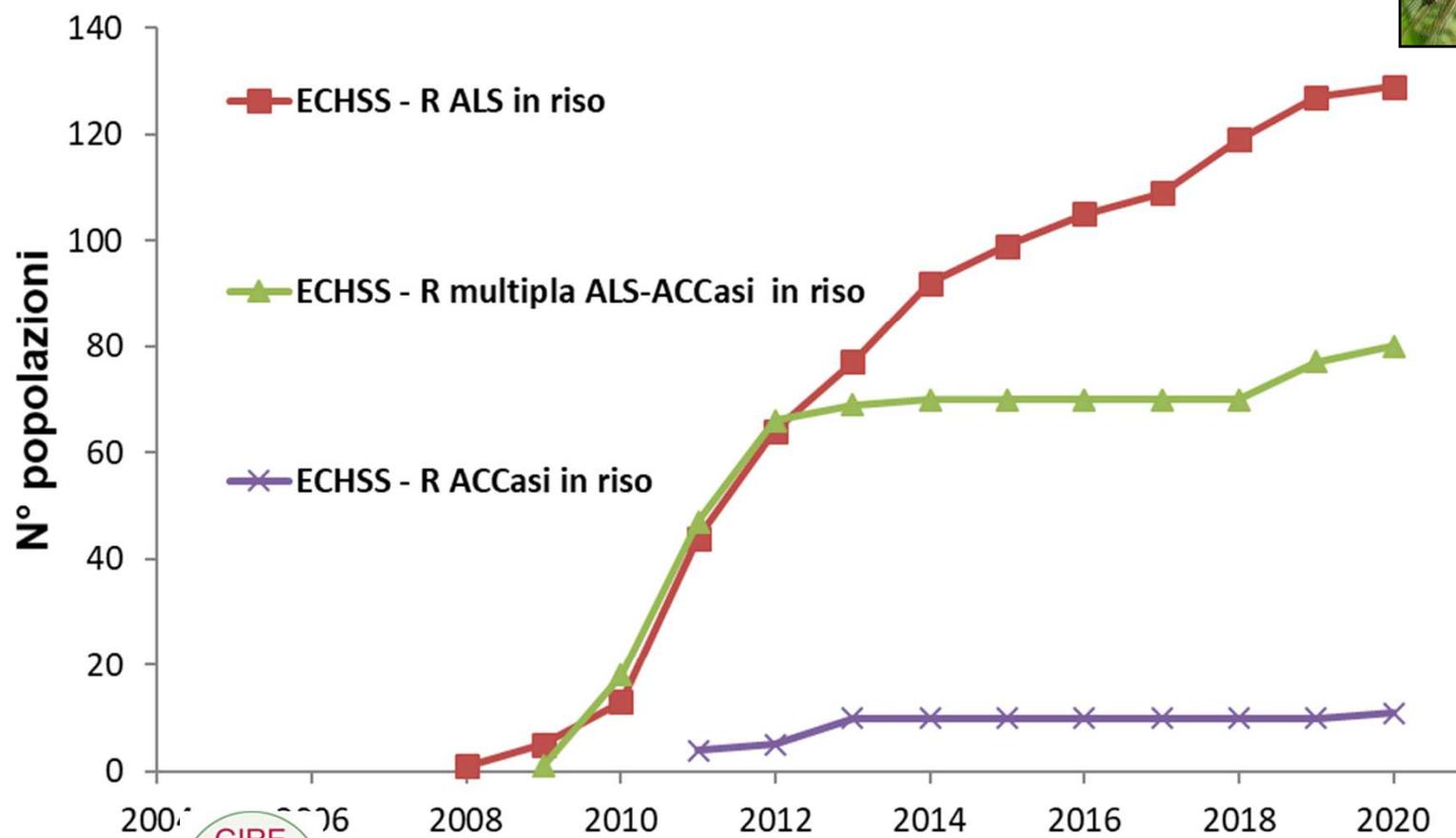
Semi **poco longevi** (3-4 anni)

Interramento dei semi con la lavorazione profonda del terreno impedisce la loro germinazione nella stagione successiva riducendo la seed bank

RESISTENZE MULTIPLE

Echinochloa spp.

MOA coinvolti: inibitori ALS e ACCasi



Echinochloa spp.

- Genere caratterizzato da specie annuali a ciclo estivo **molto diffuse** ed **adattabili**
- Infestanti a metabolismo C4, **molto competitive** anche nello sfruttamento delle risorse nutritive
- In grado di colonizzare **sistemi colturali** molto **diversi**: riso, mais, pomodoro, soia e bietola
- Alta produzione di **semi** che rimangono **vitali** nel terreno per **diversi anni** anche in condizione di sommersione
- **Scalarità** delle **emergenze**; anche 4-5 flussi se c'è acqua
- Diversi meccanismi di resistenza

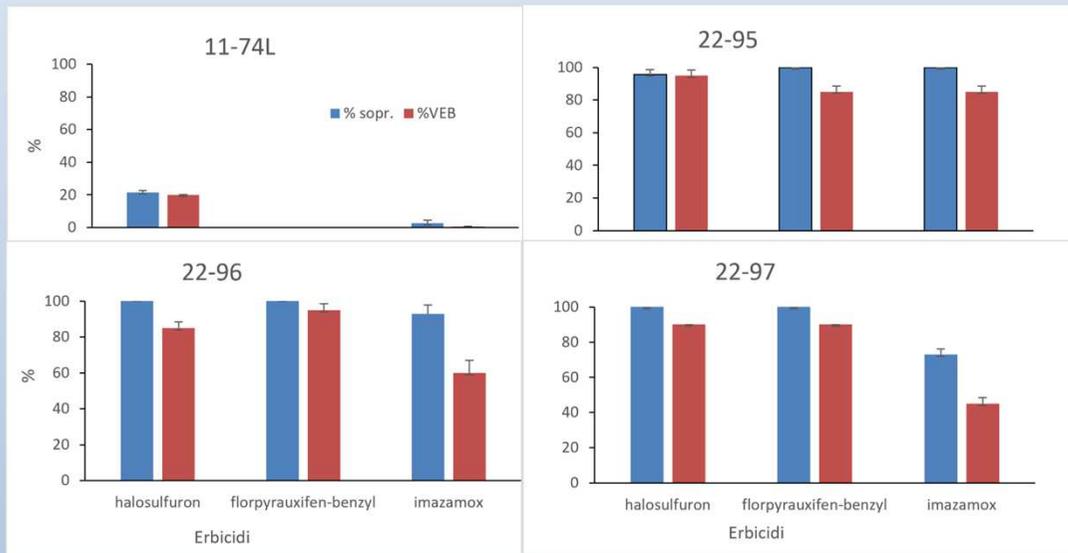


RESISTENZE MULTIPLE

Alisma plantago-aquatica

MoA coinvolti: inibitori ALS ed ormonici (florpyrauxifen-benzyl)

Primi casi nel 2023 in risaie del Piemonte



Germinazione favorita dove si fa la semina in acqua

Emergenza plantule scalari

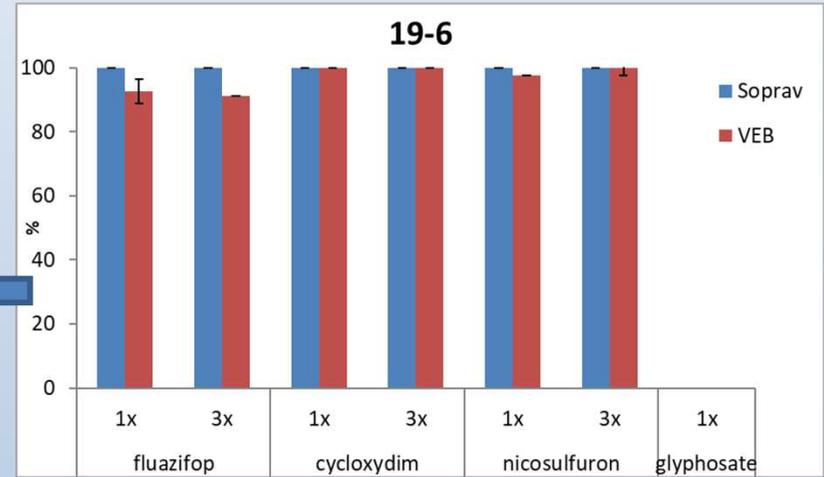
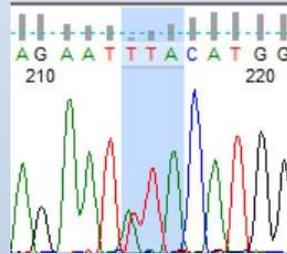
Poche alternative per il controllo chimico

Digitaria sanguinalis

Multi-resistente ACCasi-ALS in soia con meccanismo di resistenza legato al sito bersaglio per entrambi i siti d'azione

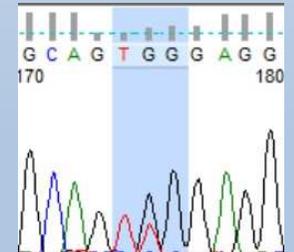


Mutazione in posizione Ile-1781-Leu gene ACCasi



Un unico altro caso storico riportato nel sud dell'Australia negli anni 90

Mutazione in posizione Trp-574-Leu gene als



Cosa accomuna questi casi di resistenza?

- Maggiore criticità dove c'è una standardizzazione delle pratiche di gestione delle malerbe nello spazio e nel tempo ed elevata pressione di selezione degli erbicidi (erbicidi molto specifici con applicazioni frequenti)
- Le situazioni più critiche dove c'è resistenza multipla e dove si impiegano colture tolleranti agli erbicidi
- Sistema colturale: mancanza di rotazione di erbicidi con diverso meccanismo d'azione in casi di rotazione colturali (es. soia/pomodoro)
- Impiego degli erbicidi in epoche e dosi non corrette (es. applicazioni tardive) su piante troppo cresciute
- Sistemi colturali “stressati” o non gestiti adeguatamente

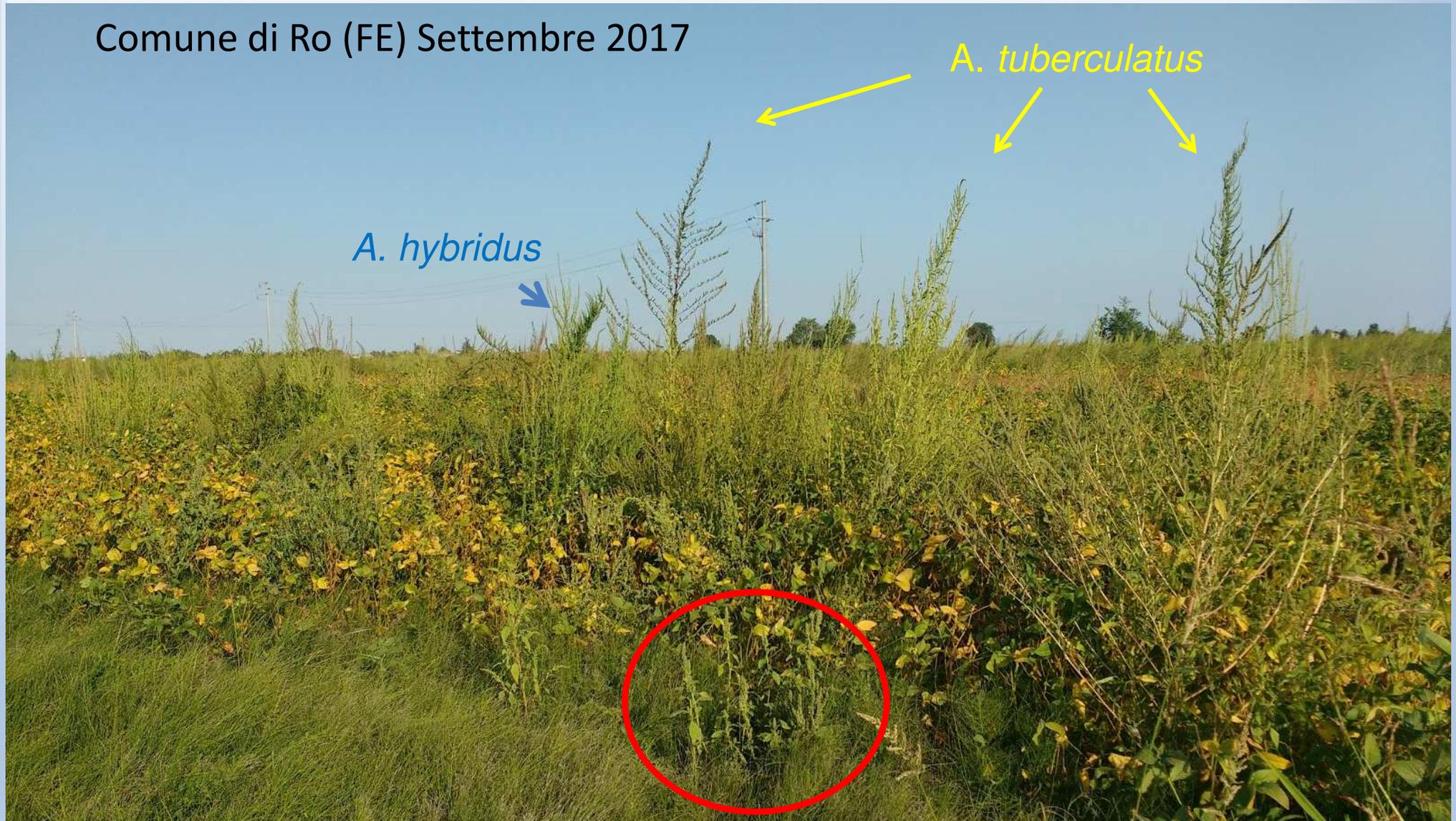
SCARSA DIVERSIFICAZIONE NELLA GESTIONE

Colture tolleranti agli erbicidi

Strumenti tecnologici	Anno registrazione	Coltura	Erbicidi	Gruppo HRAC
Clearfield	2006	riso	imazamox	B
		girasole	imazamox	B
Express Sun	2012	girasole	tribenuron metile	B
Conviso Smart	2019	bietola	foramsulfuron + thiencarbazone metile	B+B
Provisia	2018	riso	cicloxydim	A
Evorelle Express	2018	girasole	tribenuron metile + thifensulfuron metile	B+B
FullPage	2021	riso	imazamox	B
Max-Ace	2024	riso	quizalofop-P-etile + isoxadifen-etile	A

Problematica degli amaranti in soia

Comune di Ro (FE) Settembre 2017

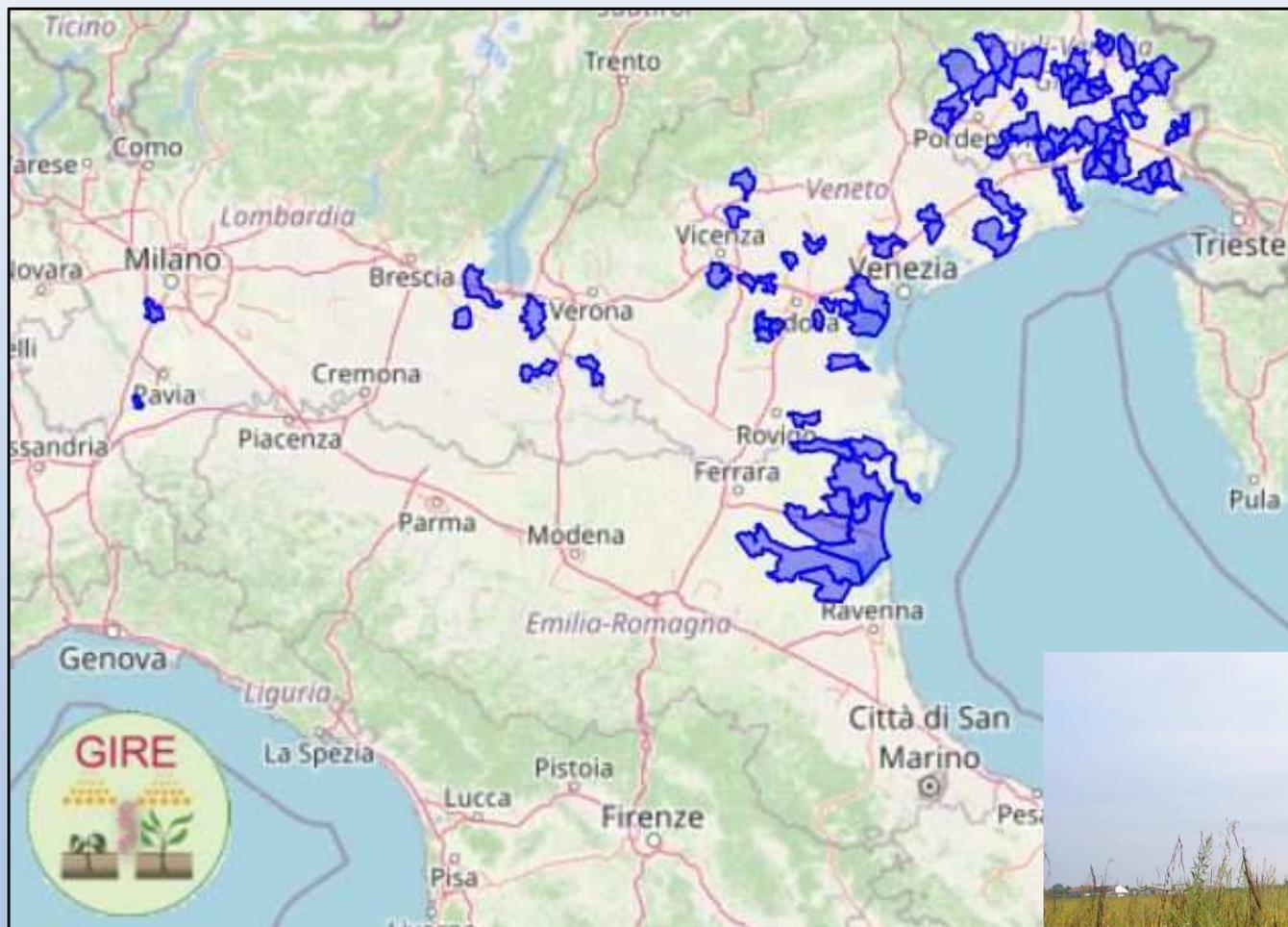


A. hybridus

A. tuberculatus

A. retroflexus

Diffusione *Amaranthus spp.* resistenti agli inibitori dell'ALS



Casi di resistenza in aumento



Come riconoscere le specie di amaranti ?

1. Tipo di riproduzione sessuata

Specie **monoiche**
fiori femminili e maschili sulla
stessa pianta

Amaranthus retroflexus
Amaranthus hybridus



Specie **dioiche**
fiori femminili e maschili in
piante diverse

Amaranthus tuberculatus (syn *rudis*),
Amaranthus palmeri

pianta femminile

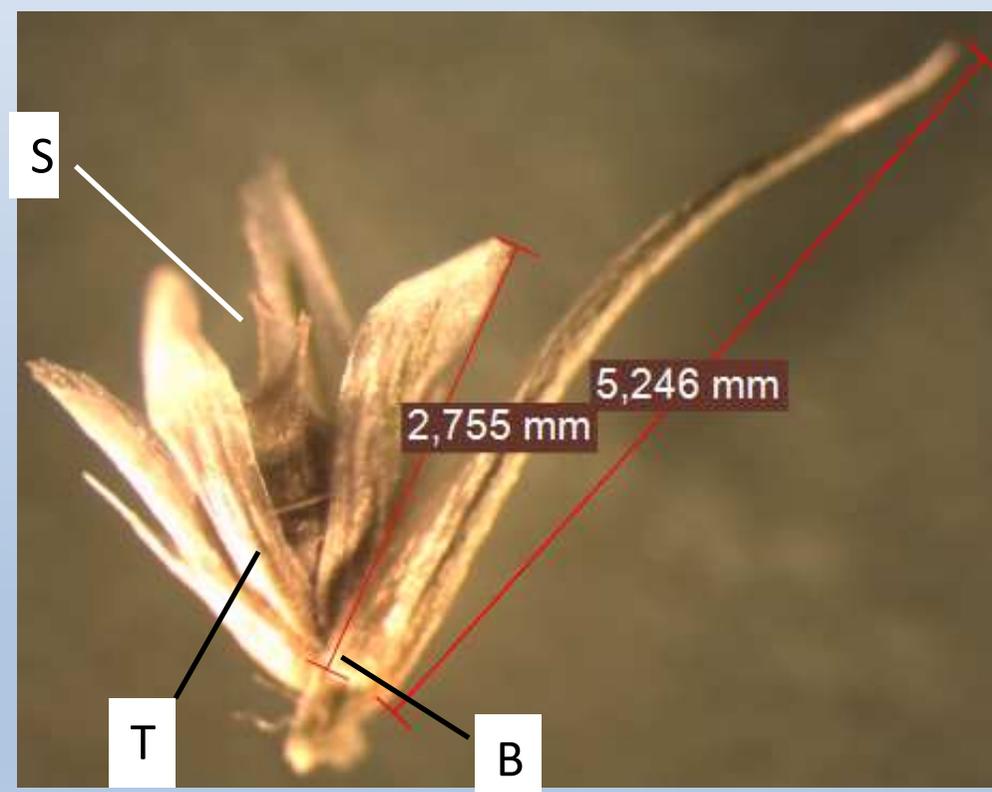
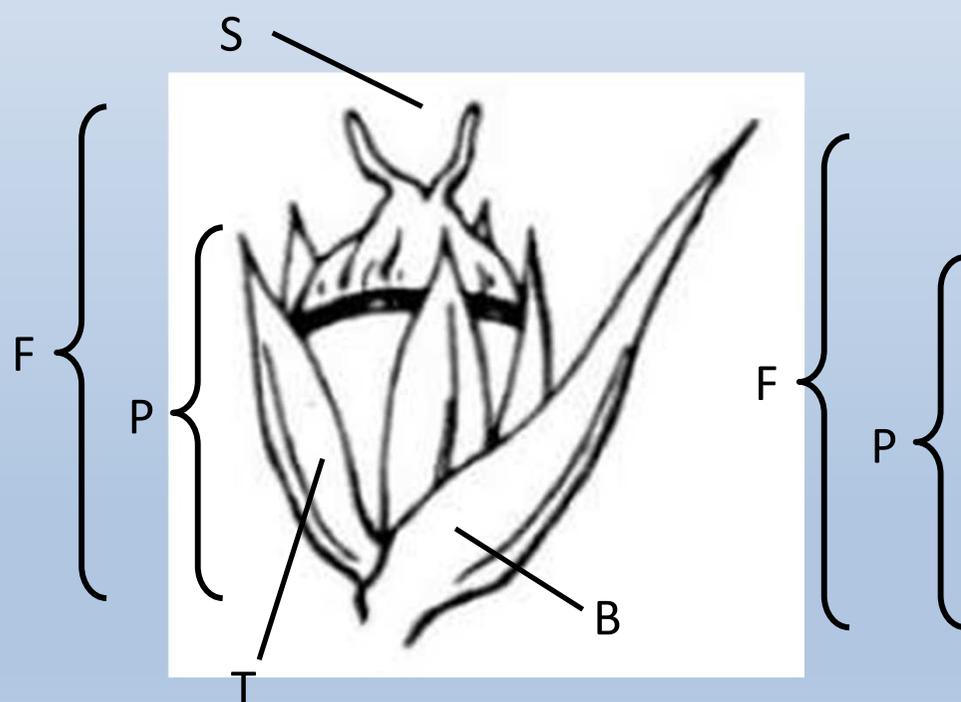


pianta maschile



Foto A. Milani

1. Tipo di riproduzione sessuata (monoicismo/dioicismo)
2. **Caratteristiche del fiore femminile**
 - Tepali: numero e dimensione
 - ~~Frutto: deiscete/non deiscete~~
 - ~~Bordi membranosi delle brattee: completi/interrotti~~



S: stigmii, F: frutto, T: tepali, B: brattea, P: perianzio

Riconoscimento piante in fioritura

		<i>A. retroflexus</i>	<i>A. hybridus</i>	<i>A. tuberculatus</i>	<i>A. palmeri</i>
sistema sessuale		M	M	D	D
tepali	numero	5	5	1-3	5
	Dimensione rispetto al perianzio	>>	</=	</=	>



Riconoscimento specie da plantule

	<i>A. retroflexus</i>	<i>A. hybridus</i>	<i>A. tuberculatus</i>	<i>A. palmeri</i>
stelo	lanoso	lanoso	glabro	glabro
picciolo	corto	corto	corto	lungo
prime 2 foglie	tondeggianti	tondeggianti	allungate	tondeggianti



→ Il riconoscimento delle plantule
NON E' AFFIDABILE al 100%

Riconoscimento specie da plantule

monoiche



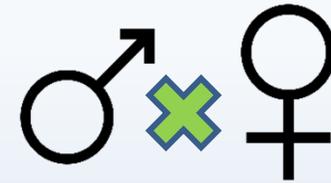
A. retroflexus

A. hybridus



«lanugine» su stelo e foglie

dioiche



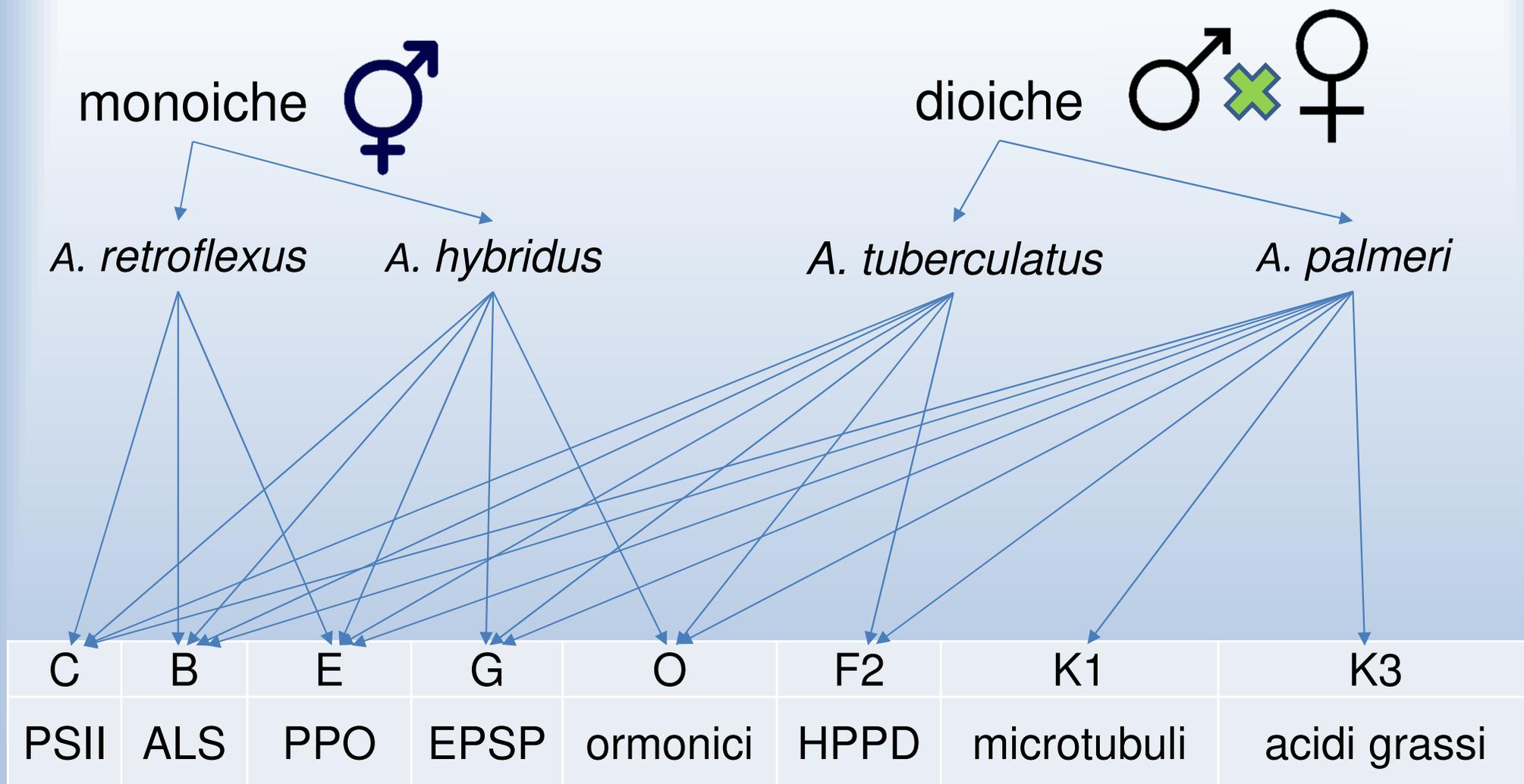
A. tuberculatus

A. palmeri



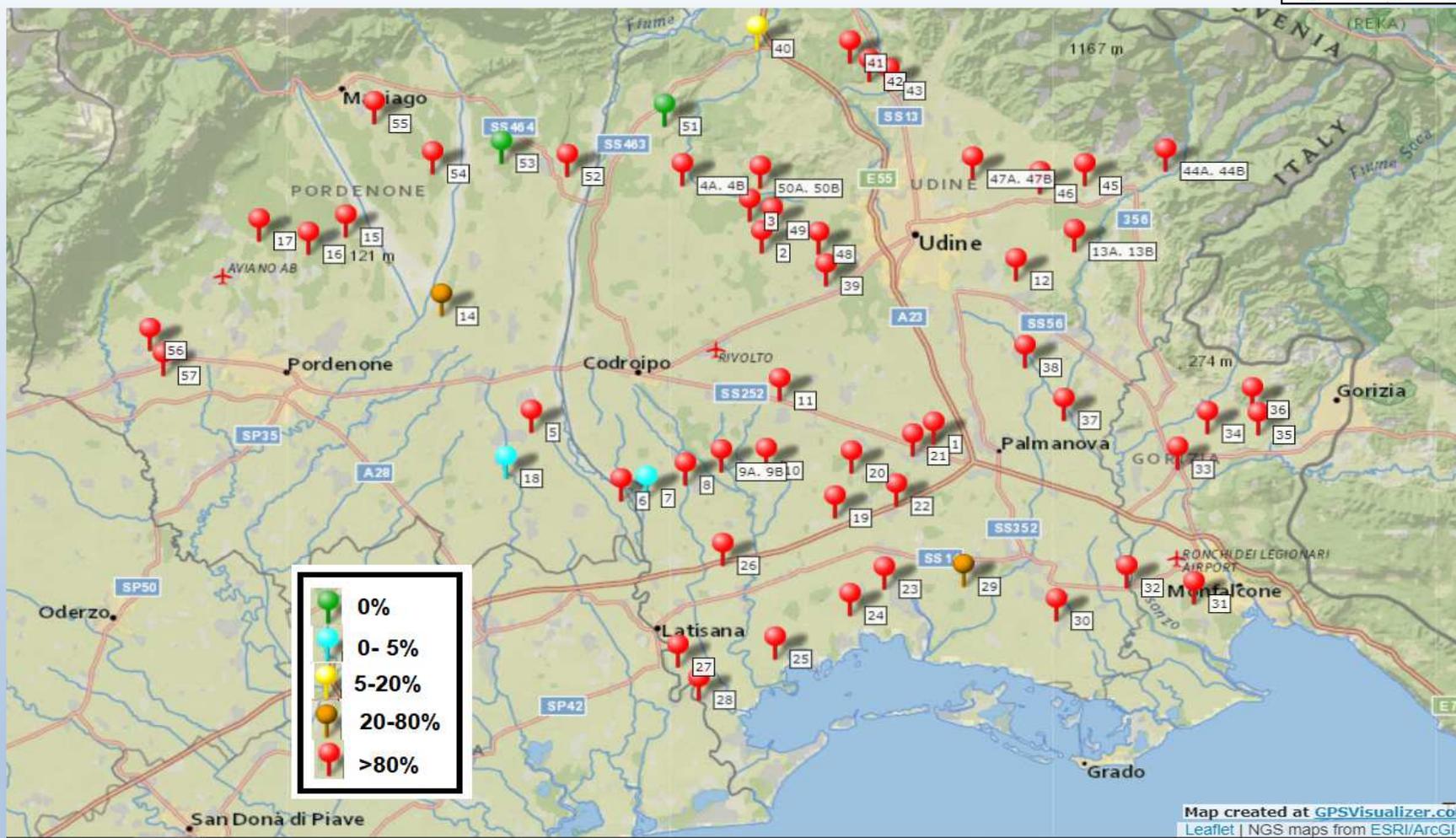
stelo e foglie sono glabri

Perché riconoscere la specie?



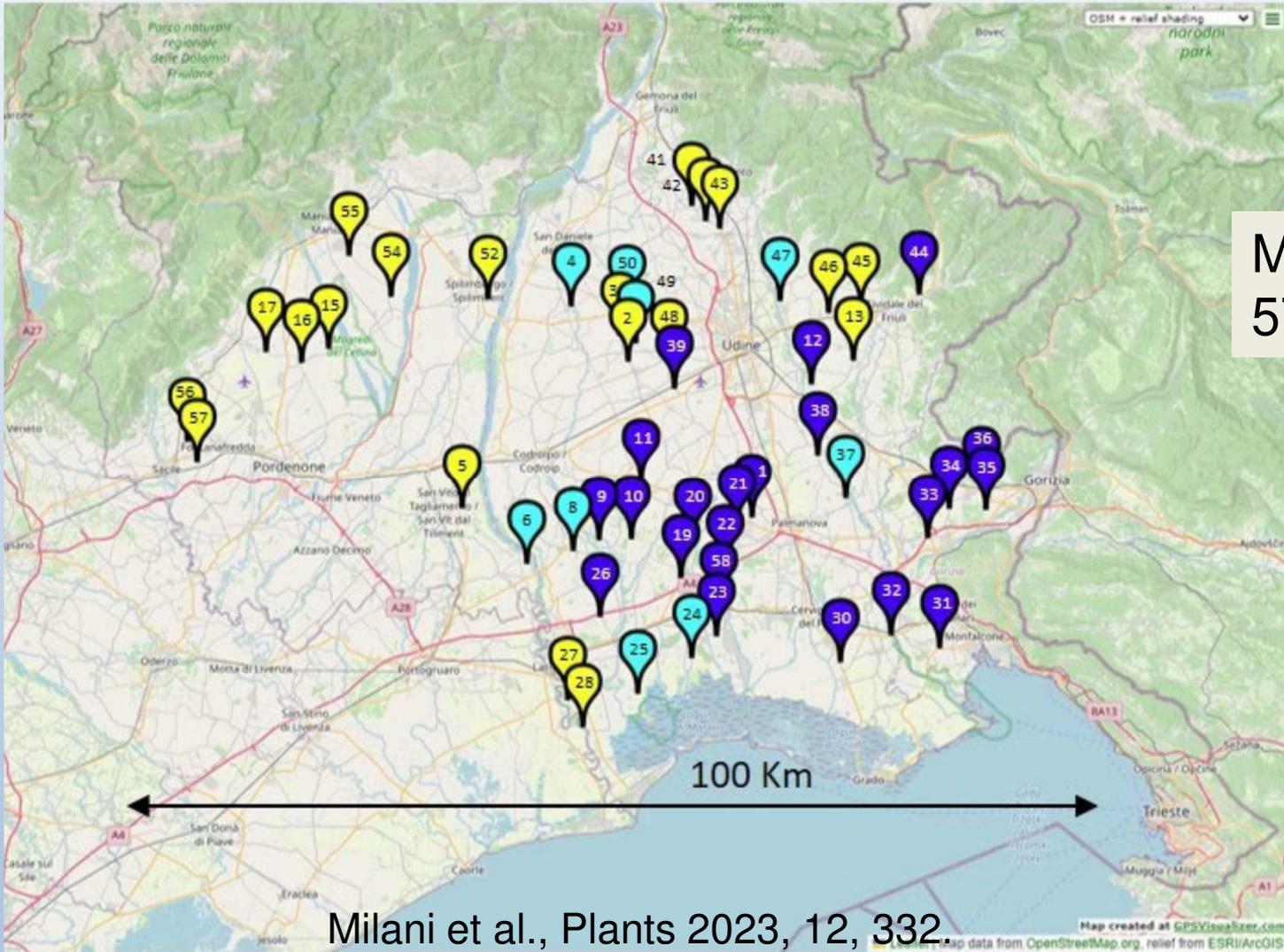
→ resistenza a diversi MOA

Amaranti resistenti agli erbicidi ALS in Friuli-VG



50 su 57 popolazioni hanno sopravvivenza superiore all'80% alla dose di campo di thifensulfuron-metile (6g/ha) ed imazamox (40 g/ha)

Meccanismo di resistenza legato al sito bersaglio



Mutazioni in posizione 574 del gene *als*

- 574-Leu
- 574-Met
- 574-Leu-Met

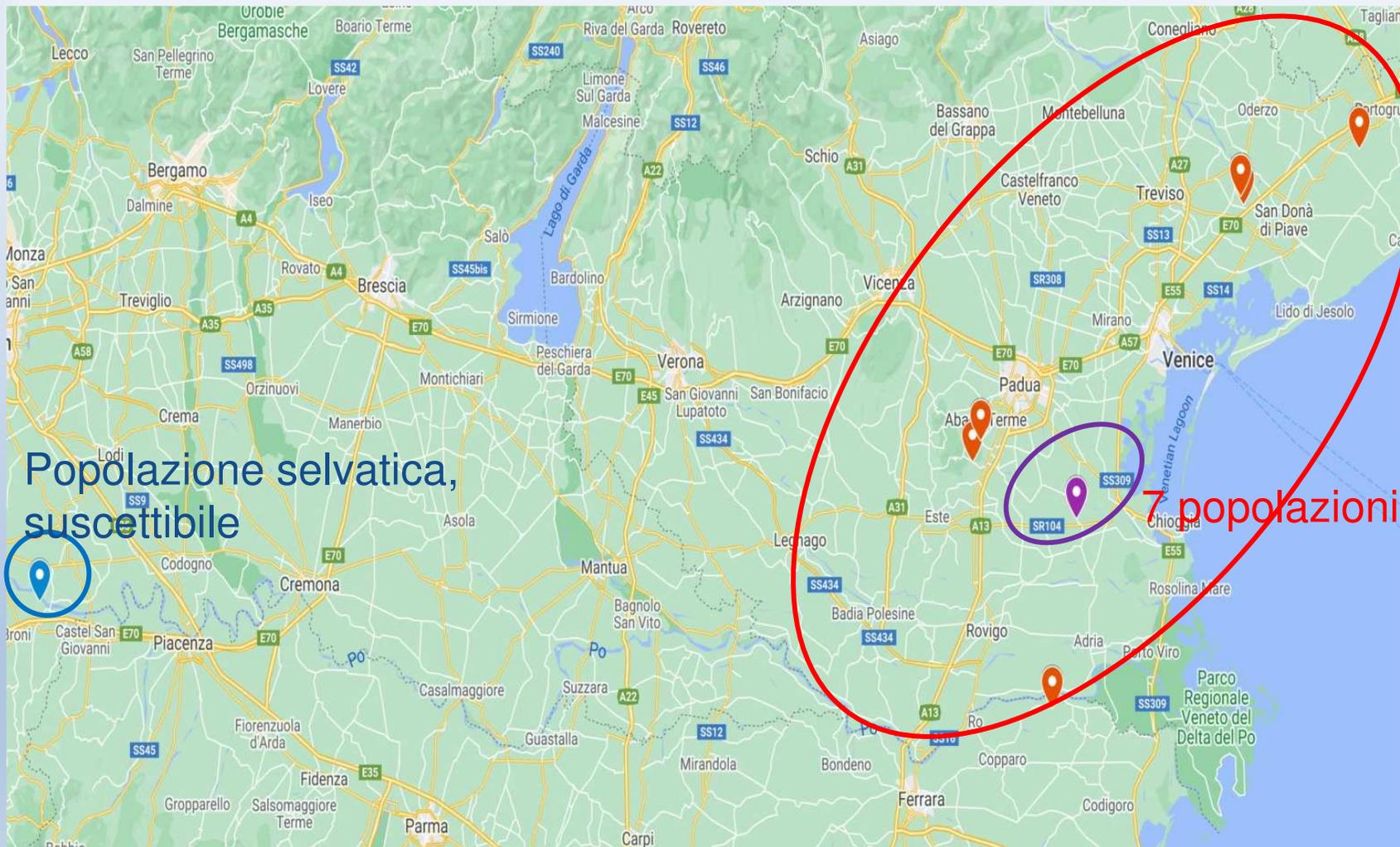
Diversa distribuzione geografica delle varianti alleliche

Presenza di solo *A. hybridus*



Genetica di popolazione ed evoluzione della resistenza agli inibitori di ALS in *A. tuberculatus*

Andrea Milani, Ulrich Lutz, Giulio Galla, Laura Scarabel, Detlef Weigel e Maurizio Sattin

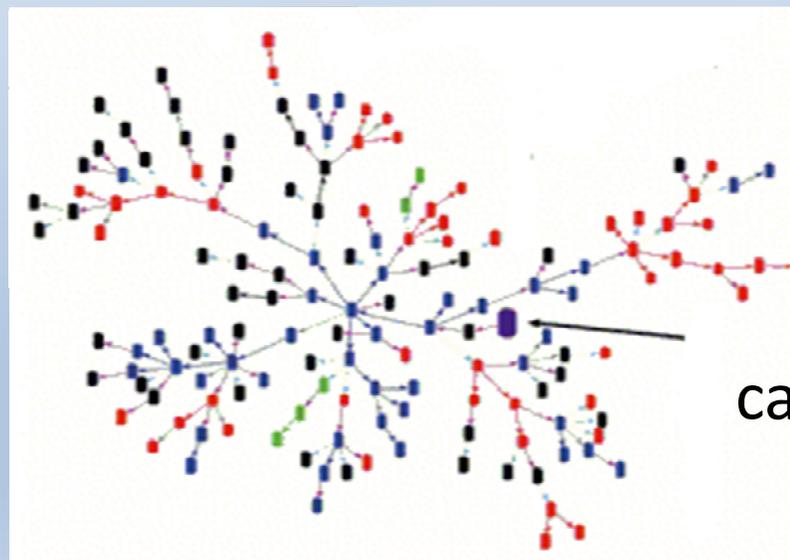


Popolazione selvatica,
suscettibile

7 popolazioni resistenti



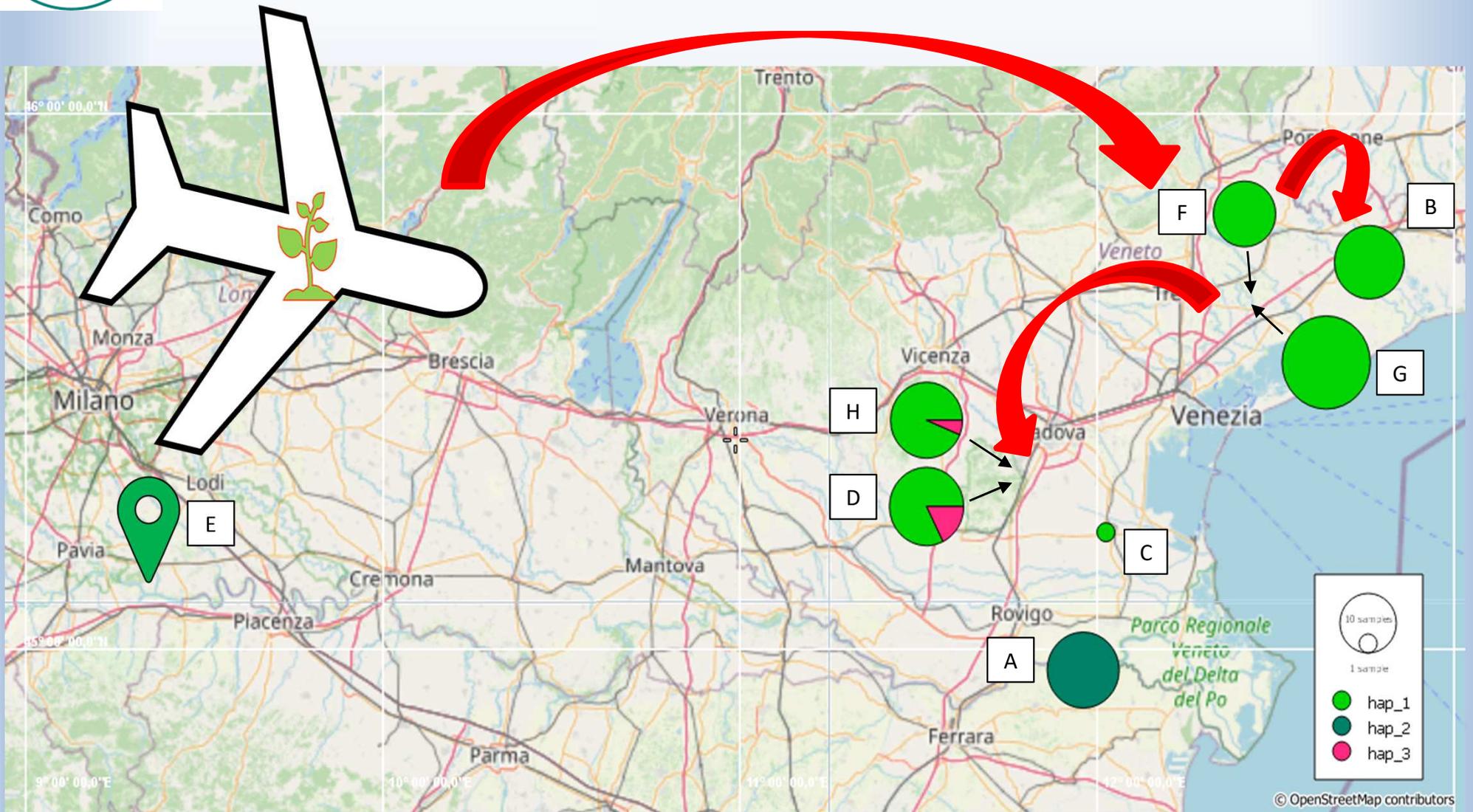
Genetica di popolazione ed evoluzione della resistenza agli inibitori di ALS in *A. tuberculatus*



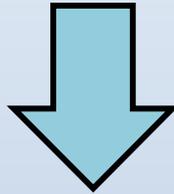
caso ZERO



Genetica di popolazione ed evoluzione della resistenza agli inibitori di ALS in *A. tuberculatus*



Come è stata selezionata la resistenza in *A. tuberculatus*?



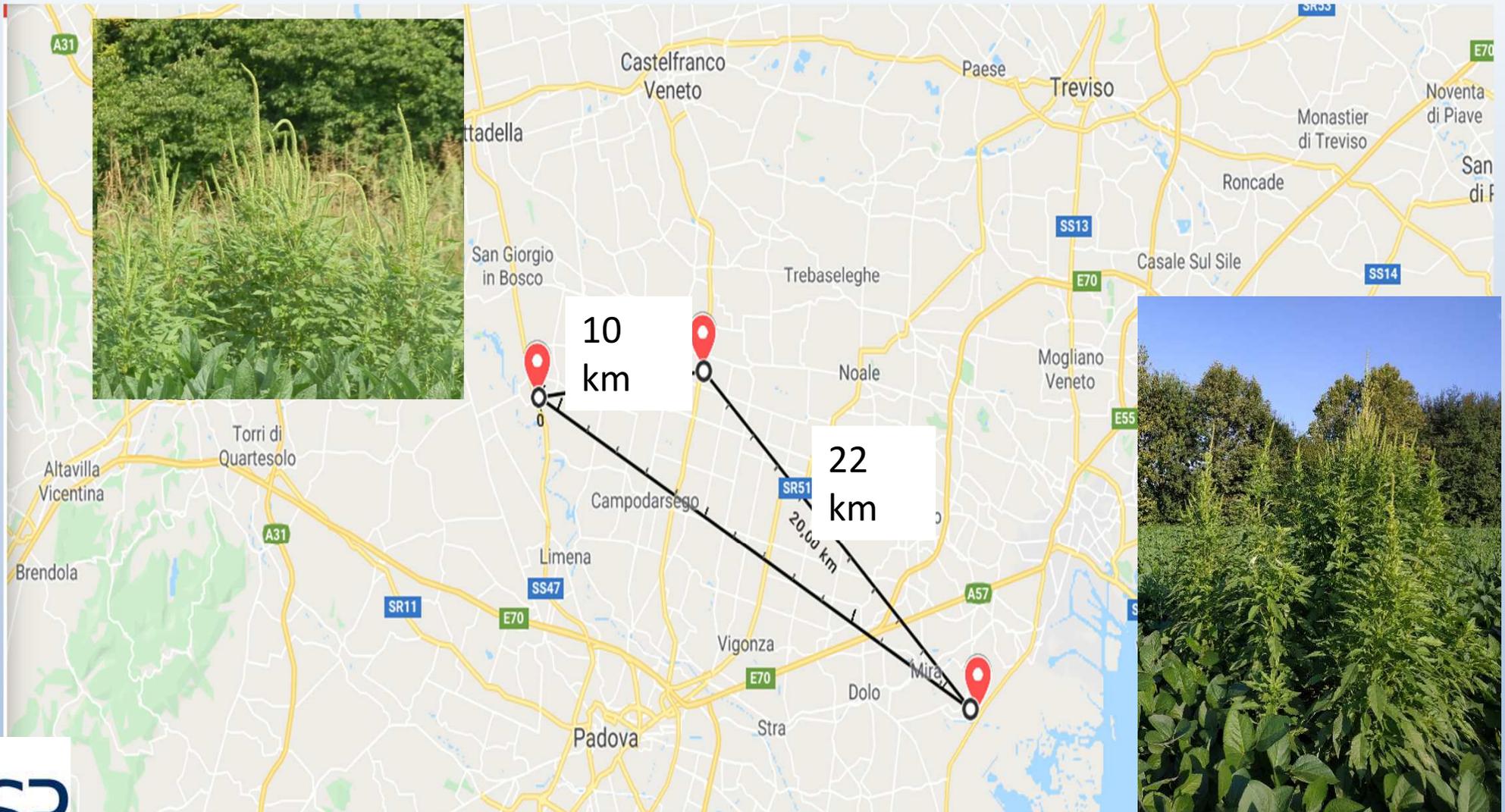
- Probabile introduzione in Italia di semi di *A. tuberculatus* resistente con partite di seme di soia inquinate.
- La resistenza è stata selezionata in una o poche popolazioni di *A. tuberculatus* (vari eventi indipendenti) che si è poi diffusa a medio-corto raggio con scorrette pratiche agricole (come ad esempio la scarsa pulizia delle macchine agricole).

Primo caso in Italia di *Amaranthus palmeri* resistente agli inibitori di ALS



- Specie invasiva, aliena, assente allo stato selvatico
- Specie dioica a rapida crescita
- Prima caso di resistenza agli inibitori dell'ALS in Italia in soia
- Si sta diffondendo nel bacino del Mediterraneo in diversi sistemi colturali (cotone, mais, soia) e bordi strada con resistenza agli inibitori dell'ALS e glifosate
- In USA la sua gestione è un enorme problema, ha sviluppato resistenza ad erbicidi con diversi meccanismi d'azione

Amaranthus palmeri resistente agli inibitori di ALS



Diapositiva 38

AM1

Andrea Milani; 10/27/2020

Amaranthus palmeri resistente agli inibitori di ALS

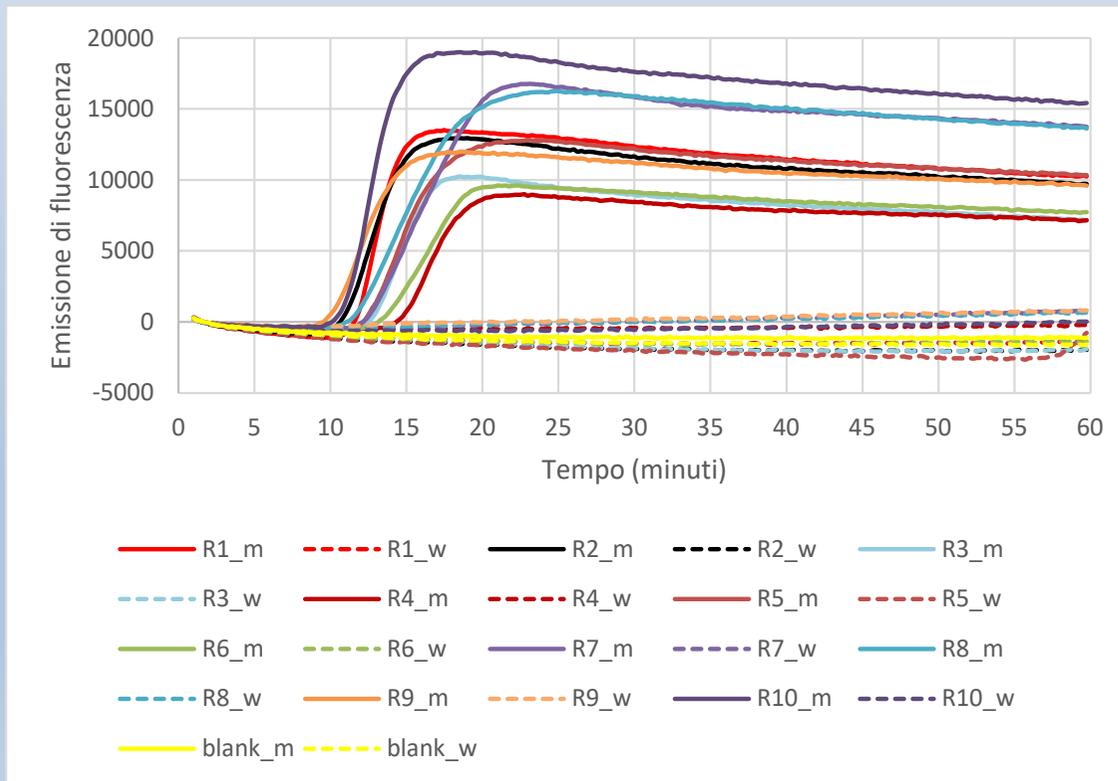


- Tutti cross-resistenti IMI/SU
- Mutazione 574 nel gene ALS
- Suscettibili a metribuzin e metobromuron

Diagnosticare precocemente la presenza di amaranti resistenti in campo



**Sviluppo di una tecnica molecolare innovativa
Loop-mediated isothermal amplification (LAMP)**



LAMP sviluppata per le 4 specie di amaranto

I risultati sono promettenti: possibilità di individuare piante di amaranto resistenti agli inibitori dell'ALS se hanno una resistenza target-site determinata da una mutazione in posizione 574 del gene *ALS*

Messo a punto kit di estrazione DNA da campo



Limiti: se compaiono nuove mutazioni che determinano la resistenza agli erbicidi inibitori dell'ALS è necessario rimettere a punto la metodica LAMP

Gestione degli amaranti in soia



- Favorire la rotazione colturale con coltura a ciclo diverso (cereali vernini, colza) che prevede l'impiego di erbicidi in pre ed in post emergenza con un diverso meccanismo d'azione
- Evitare le rotazioni molto strette dove è frequente l'impiego di erbicidi inibitori dell'ALS (es. pomodoro)
- Integrare il controllo chimico con sarchiature meccaniche nell'interfila
- Attuare la falsa semina
- Applicare gli erbicidi in dosi ed epoche corrette e su infestanti poco sviluppate (le emergenze di *A. tuberculatus* e *A. palmeri* sono più tardive rispetto alle specie monoiche).
- Controllare l'efficacia del diserbo ed eventualmente rimuovere le piante sopravvissute. Bisogna evitare la disseminazione.
- Utilizzare semente di soia certificata

Cyperus esculentus

- Il *Cyperus esculentus* è tra le specie più dannose al mondo
- In grado di colonizzare varie colture (mais, soia, pomodoro, patata, bietola)
- Pochi principi attivi sono in grado di controllare efficacemente questa specie: in post-emergenza, azimsulfuron e halosulfuron
- Primo caso resistente agli inibitori dell'ALS nel 2015 in provincia di Pavia, ora i casi sono in aumento
- La presenza di *C. esculentus* in risaia sembra dovuta ad un costante incremento delle superfici coltivate con la tecnica della semina interrata a file



PROBLEMATICA CRESCENTE NELLE ORTICOLE

Cyperus esculentus

- Specie perennante geofita, a ciclo estivo
- Il ruolo dei semi nella diffusione di questa specie è piuttosto limitato
- Notevole importanza della riproduzione vegetativa tramite organi sotterranei: rizomi e tubercoli che si propagano nel terreno
Tubercoli dormienti nel terreno per molti anni

Lo stock di tubercoli nel terreno rende ancora più difficile la gestione di questa infestante

Pratiche agronomiche non appropriate possono favorire la loro diffusione nell'appezzamento



Gestione *C. esculentus* in risaia

Non considerare solo il controllo chimico ma prevedere un approccio integrato che consideri le caratteristiche biologiche dell'infestante ed il contesto colturale

- evitare l'uso di inibitori dell'ALS quando nei campi l'efficacia su *C. esculentus* è stata nulla
- Favorire rotazione con colture competitive con ampio apparato fogliare (es. mais)
- Favorire le lavorazioni autunnali per lasciare i tubercoli in superficie durante l'inverno per ridurre le possibilità di germogliare in primavera/estate

Gestione *C. esculentus* in risaia



- Favorire la falsa semina per ridurre la potenziale infestazione nella coltura
- Non lasciare il terreno senza coltura, considerare che le piante di *C. esculentus* producono tubercoli fino a settembre/ottobre
- Prestare attenzione alla pulizia delle macchine e delle attrezzature agricole per evitare la diffusione dei tubercoli da un campo all'altro

Diversificare gli interventi nel tempo per intercettare diversi momenti cruciali dello sviluppo della pianta: stadio di plantula, crescita vegetativa e produzione di tuberi (post-raccolta)

Bolboeschoenus maritimus

Cipollino, lisca marittima

- In aumento le segnalazioni di mancato controllo di questa infestante
- Specie che si propaga per via vegetativa
- Ha un apparato radicale rizomatoso con annessi piccoli tuberi
- Si sviluppa a partire dal tubero in primavera precoce (marzo-aprile) e fiorisce da maggio ad agosto



Nuove specie di infestanti resistenti in risaia

- *Panicum dichotomiflorum*
- *Digitaria sanguinalis*

Specie favorite dalla semina interrata su terreno asciutto



Conclusioni

Ci troviamo in un contesto di riduzione dei principi attivi disponibili:

- Non si prevede a breve-medio termine possibili nuovi MoA.
- Perdita significativa di principi attivi in seguito alla nuova direttiva europea



- Minori opportunità di diversificare e ruotare MoA
- Necessario adottare delle strategie di gestione per evitare dapprima la selezione di nuovi casi di resistenza e la sua successiva diffusione

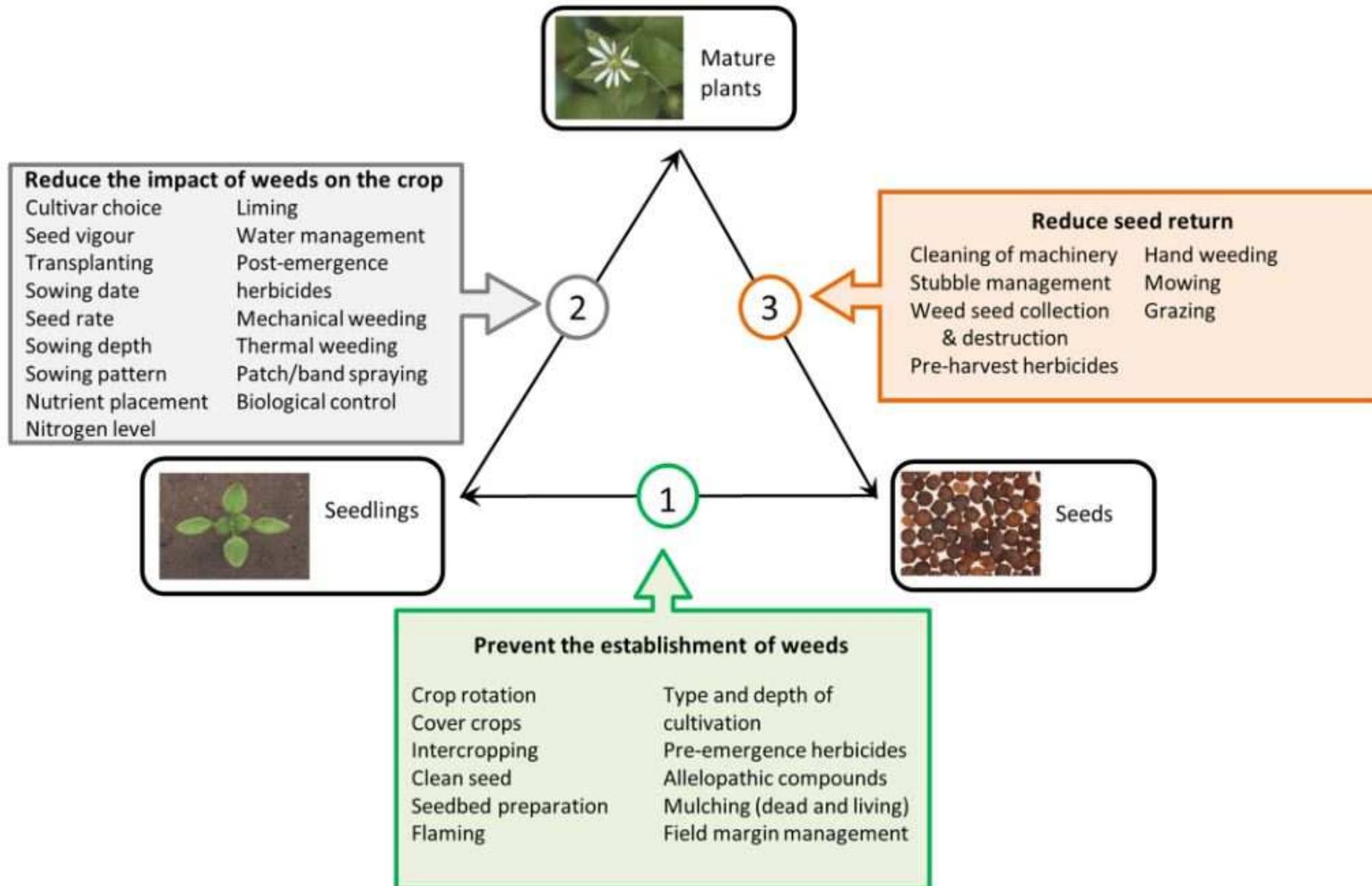
LA GESTIONE INTEGRATA DELLE MALERBE AVRÀ UN RUOLO SEMPRE MAGGIORE NEI PROSSIMI ANNI

Conclusioni

- Maggiore consapevolezza del problema della resistenza
- Adottare buone pratiche per un uso corretto degli erbicidi: scelta e dose del prodotto, tempistica d'intervento, distribuzione dei prodotti, condizioni climatiche, rotazione dei MOA...)
- Conoscere la biologia delle infestanti ed intervenire in diversi momenti del suo ciclo vitale (plantula, pianta matura, semi)
- Maggiore uso delle nuove tecnologie via via che si rendono disponibili
- Difesa integrata e gestione della resistenza: esistono principi generali ma le soluzioni sono locali

Il punto fondamentale è diversificare gli interventi in campo (mezzi chimici e non) ed in vari momenti del ciclo vitale dell'infestante.

IPM





Grazie per
l'attenzione

