

Stato della resistenza agli erbicidi in risicoltura: la complessità aumenta

Laura Scarabel, Silvia Panozzo, Samuele Pinton e Maurizio Sattin
IPSP-CNR

25 GENNAIO 2022



Iniziativa realizzata nell'ambito del progetto «INNOVAWEEDRICE- Tecniche innovative per il controllo delle infestanti in risaia», cofinanziato dall'operazione 1.2.01 «Progetti dimostrativi e azioni di informazione» del Programma di sviluppo rurale 2014-2020 della Regione Lombardia

La risicoltura italiana



- Monocultura prevalente
 - Coltivazione riso tradizionale e riso tollerante (tecnologie Clearfield[®] e Provisia[®])
 - Condizioni pedoclimatiche che favoriscono lo sviluppo di una specifica flora infestante
-
- Le pratiche colturali (modalità di semina e coltivazione, gestione irrigua, rotazione colturale...) influenzano la selezione di specifiche infestanti
 - Infestanti competitive
 - Seed bank persistente

Controllo delle infestanti



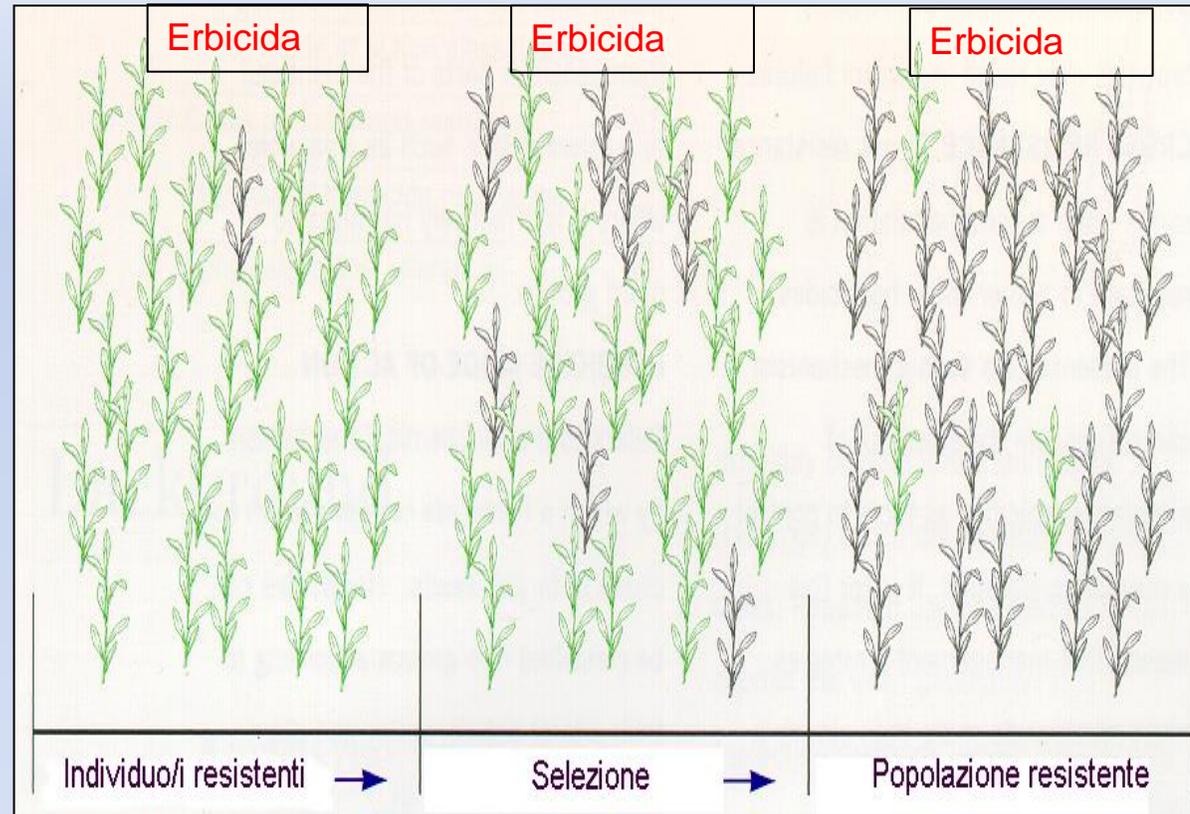
- Frequenti trattamenti erbicidi
- Intenso uso degli erbicidi inibitori dell'acetolattato sintasi (ALS)
- Nuova legislazione EU sui prodotti fitosanitari:
riduzione dei prodotti disponibili
minore opportunità di ruotare i meccanismi d'azione



Elevata pressione di selezione

Rischio evoluzione resistenza

Resistenza: processo evolutivo basato sulla selezione



Selezione: riproduzione preferenziale di alcuni individui rispetto ad altri
Erbicidi: fattori di selezione molto efficaci

Cronologia
comparsa
specie
resistenti
nelle risaie

Specie	Primo caso confermato	Erbicida o gruppo di erbicidi	HRAC gruppo	HRAC WSSA
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1994	Inibitori ALS	B	2
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	1995	Inibitori ALS	B	2
<i>Cyperus difformis</i>	2000	Inibitori ALS	B	2
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2000	propanile	C2	5
<i>Echinochloa erecta</i>	2003 2004	propanile quinclorac	C2 L	5 29
<i>Echinochloa spp.</i>	2005 2009	Inibitori ALS Multi-R Inibitori ACCasi + Inibitori ALS	B A + B	2 1+2
	2011	ALS Inibitori ACCasi	A	1

Cronologia
comparsa
specie
resistenti
nelle risaie

Specie	Primo caso confermato	Erbicida o gruppo di erbicidi	HRAC gruppo	HRAC WSSA
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2018	Inibitori ACCasi	A	1
<i>Oryza sativa</i> var. <i>sylvatica</i>	2010	imazamox	B	2
<i>Cyperus esculentus</i>	2015	halosulfuron, azimsulfuron	B	2
<i>Ammania coccinea</i>	2017	Inibitori ALS	B	2
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2020	Inibitori ACCasi	A	1

Echinochloa spp.

E. oryzicola ("giavoni bianchi"), maggiormente presenti in risaia nella semina in acqua



E. crus-galli
("giavone rosso")



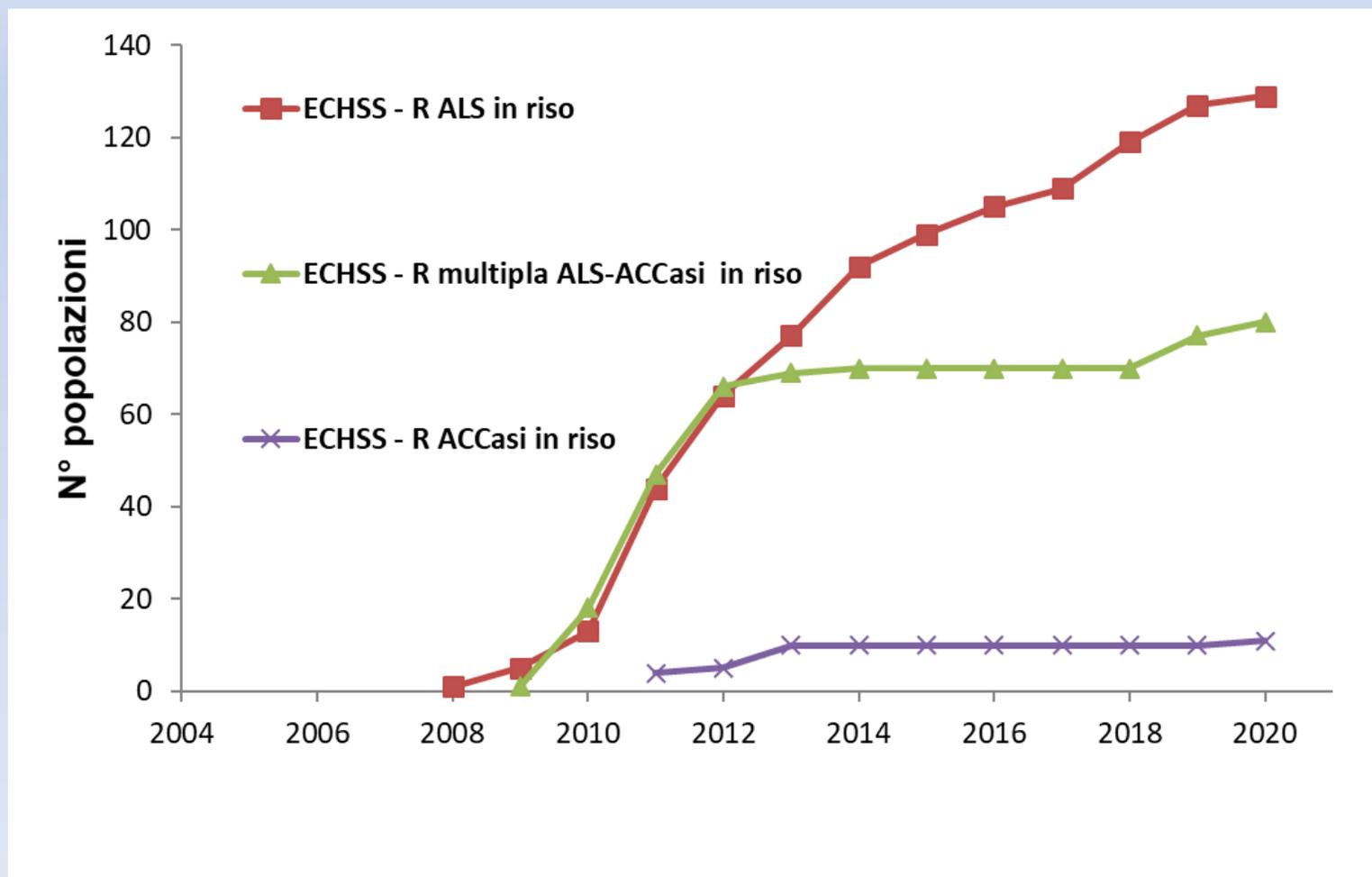
Notevole polimorfismo fenotipico che rende talvolta difficile la loro classificazione

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



Numero cumulato di popolazioni di *Echinochloa* spp. resistenti agli inibitori dell'ALS e dell'ACCasi



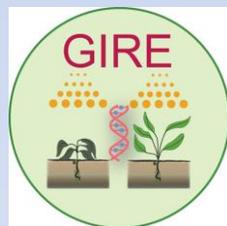
Controllo chimico *Echinochloa* spp.



POST-EMERGENZA			
A	Cyhalofop butyl	Inibitore ACCasi	G
A	Profoxydim	Inibitore ACCasi	G
A	Cycloxydim ¹	Inibitore ACCasi	G
A B	Cyhalofop-butyl + penoxsulam	Inibitore ACCasi + Inibitore ALS	G D
B	Azimsulfuron	Inibitore ALS	G C D
B	Penoxsulam	Inibitore ALS	G C D
B	Bispyribac-Na	Inibitore ALS	G C D
B	Imazamox ²	Inibitore ALS	G C D
B O	Penoxsulam + triclopir	Inibitore ALS + sintesi auxine	G C D
	¹ per varietà riso tollerante cycloxydim		
	² per varietà riso tollerante imazamox		

Poche alternative per controllo in post-emergenza;
pretilachlor in uso di emergenza

Controllo chimico *Echinochloa* spp.



GRUPPO HRAC	PRINCIPIO ATTIVO	MECCANISMO D'AZIONE	AZIONE *
PRE-SEMINA			
A	Cycloxydim	Inibitore ACCasi	G
A	Clethodim	Inibitore ACCasi	G
A	Propaquizafop	Inibitore ACCasi	G
G	Glifosate	Inibitore EPSP	G D
PRE-SEMINA e POST-EMERGENZA			
O	Florpyrauxifen-benzyl	Sintesi delle auxine	G C D
PRE-SEMINA, PRE-EMERGENZA e POST-EMERGENZA			
F3	Clomazone	Inibitore biosintesi carotenoidi	G
PRE-EMERGENZA e POST-EMERGENZA			
K1	Pendimethalin	Inibitore microtubuli	G
PRE-EMERGENZA			
F3 K1	Clomazone + Pendimethalin	Inibitore biosintesi carotenoidi Inibitore microtubuli	G
K3	Napronamide	Inibitore divisione cellulare	G

In pre-semina e pre-emergenza, maggiore possibilità di ruotare erbicidi con diverso meccanismo

Cosa fare se ho biotipi di *Echinochloa* spp. resistenti sia agli inibitori dell'ALS che agli ACCasi in risaia?

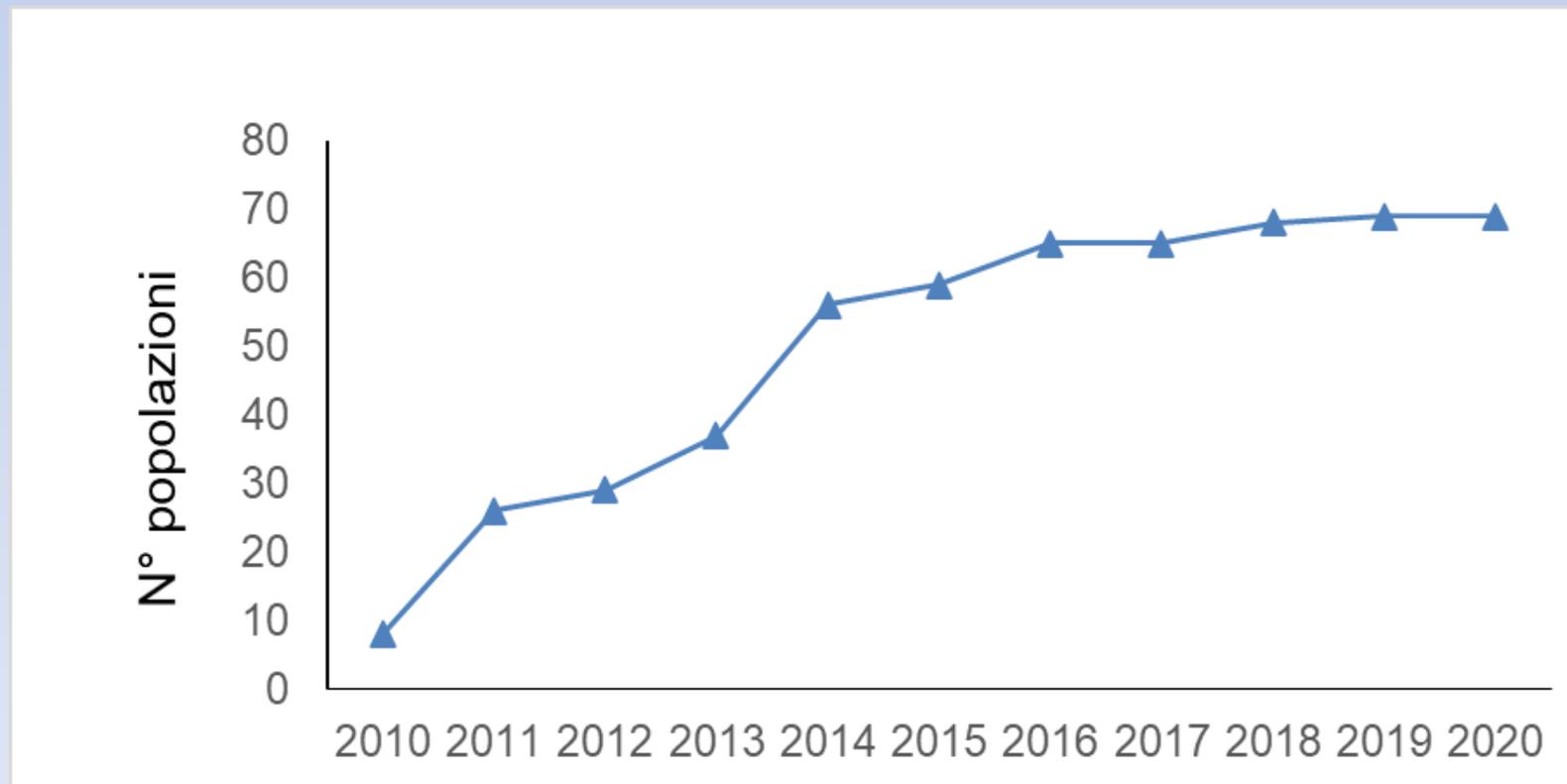
Per gestire questi biotipi, è **assolutamente** necessario adottare strategie alternative al diserbo

- **Rotazione** delle colture: **riso-mais** o **riso-soia**;
- Intervenire in pre-semina con prodotti aventi un meccanismo d'azione diverso dagli inibitori dell'ALS e dell'ACCasi e posticipare il più possibile la data di semina
- In post-emergenza, l'unico prodotto disponibile in soia è il clomazone, mentre in mais ci sono maggiori prodotti disponibili;
- **Tecniche agronomiche: lavorazioni** del terreno con piante infestanti già sviluppate finalizzata al loro contenimento prima della semina e utilizzo di **varietà a ciclo più precoce**, ma diminuisce la resa.

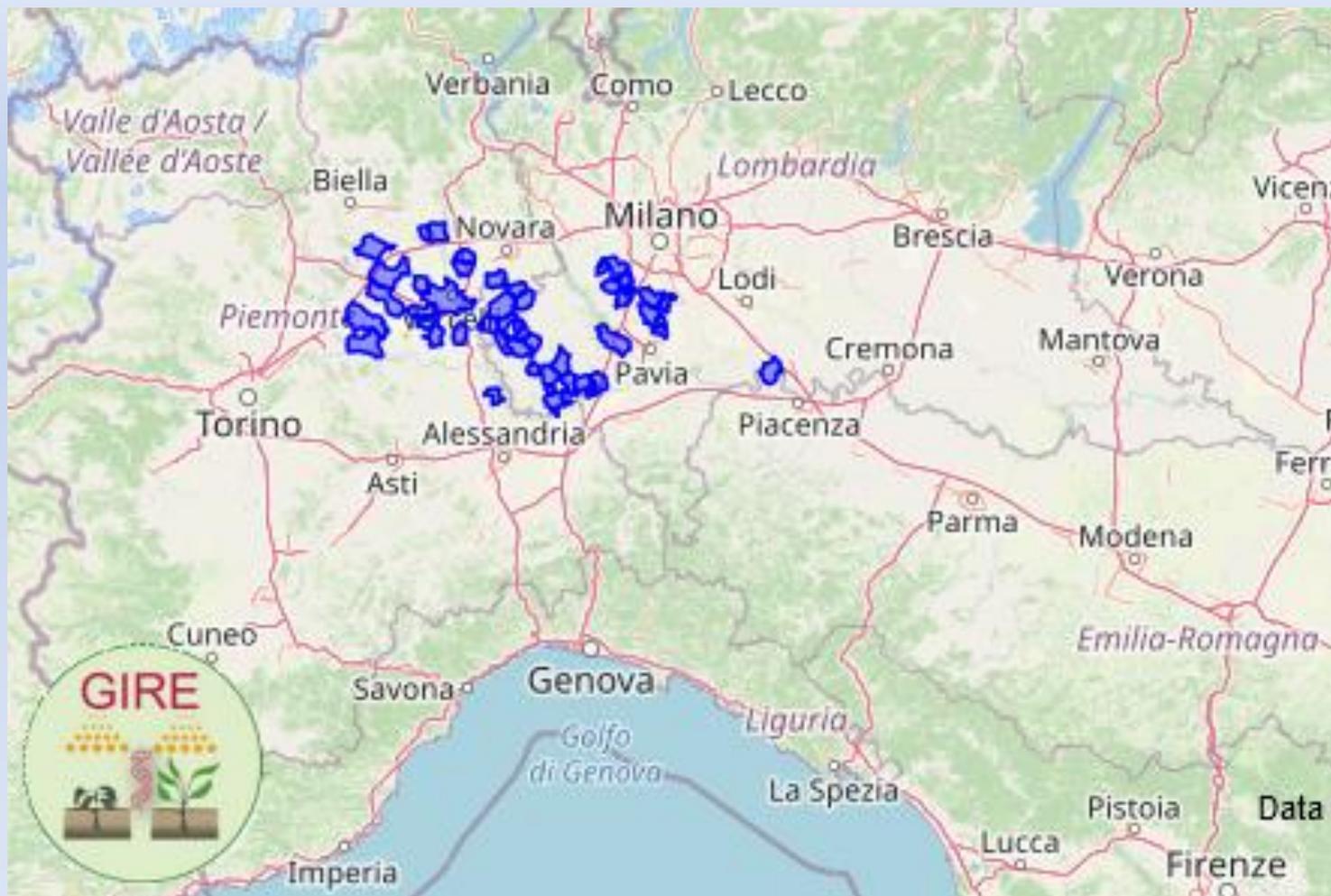


Oryza sativa, var. *sylvatica* (riso crudo)

Andamento delle popolazioni resistenti all'imazamox (inibitore dell'ALS)



Oryza sativa, var. *sylvatica*



47 comuni interessati

Diverse segnalazioni di
mancato controllo nel 2021

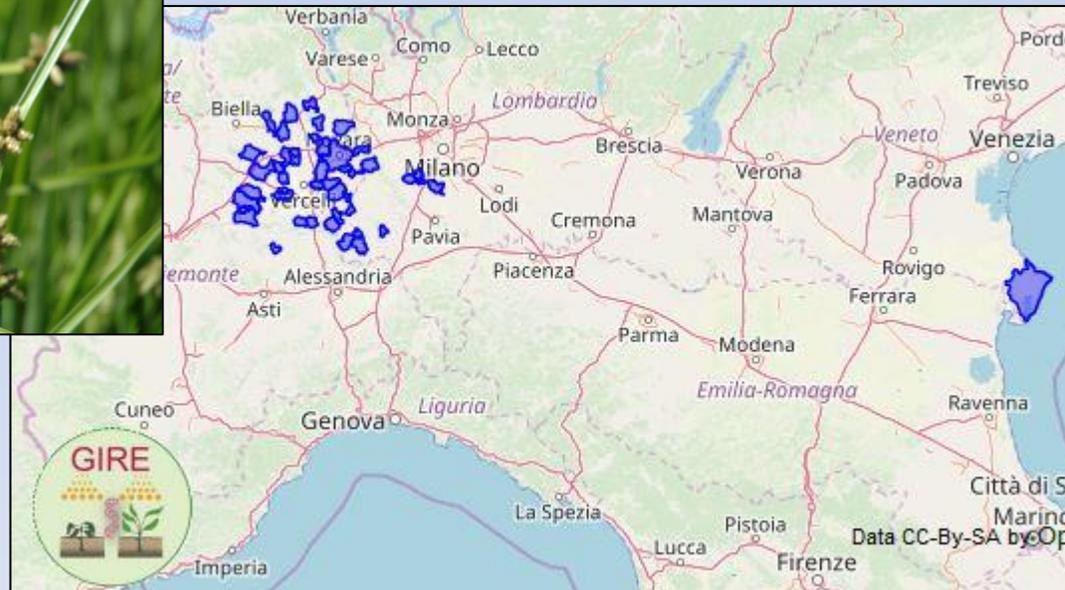
Controllo *Oryza sativa*, var. *sylvatica*

- Infestante difficile da controllare per la sua vicinanza botanica con il riso coltivato
- Introduzione di varietà tolleranti (Clearfield® e recentemente Provisia®) che consentono di controllare il riso crudo in post-emergenza con imazamox o cycloxydim
- Necessità di accurata gestione per evitare trasferimento del carattere «resistenza» dalla coltura al riso crudo o alle varietà tradizionali attraverso l'impollinazione incrociata
- Aumenta la pressione di selezione sulle altre infestanti problematiche
- Ruotare erbicidi con diverso meccanismo d'azione e, ove possibile, ruotare con un'altra coltura per almeno 2 anni per la gestione delle infestanti nel loro complesso

Schenoplectus mucronatus



1995 - primo caso di resistenza agli inibitori dell'ALS



45 comuni interessati

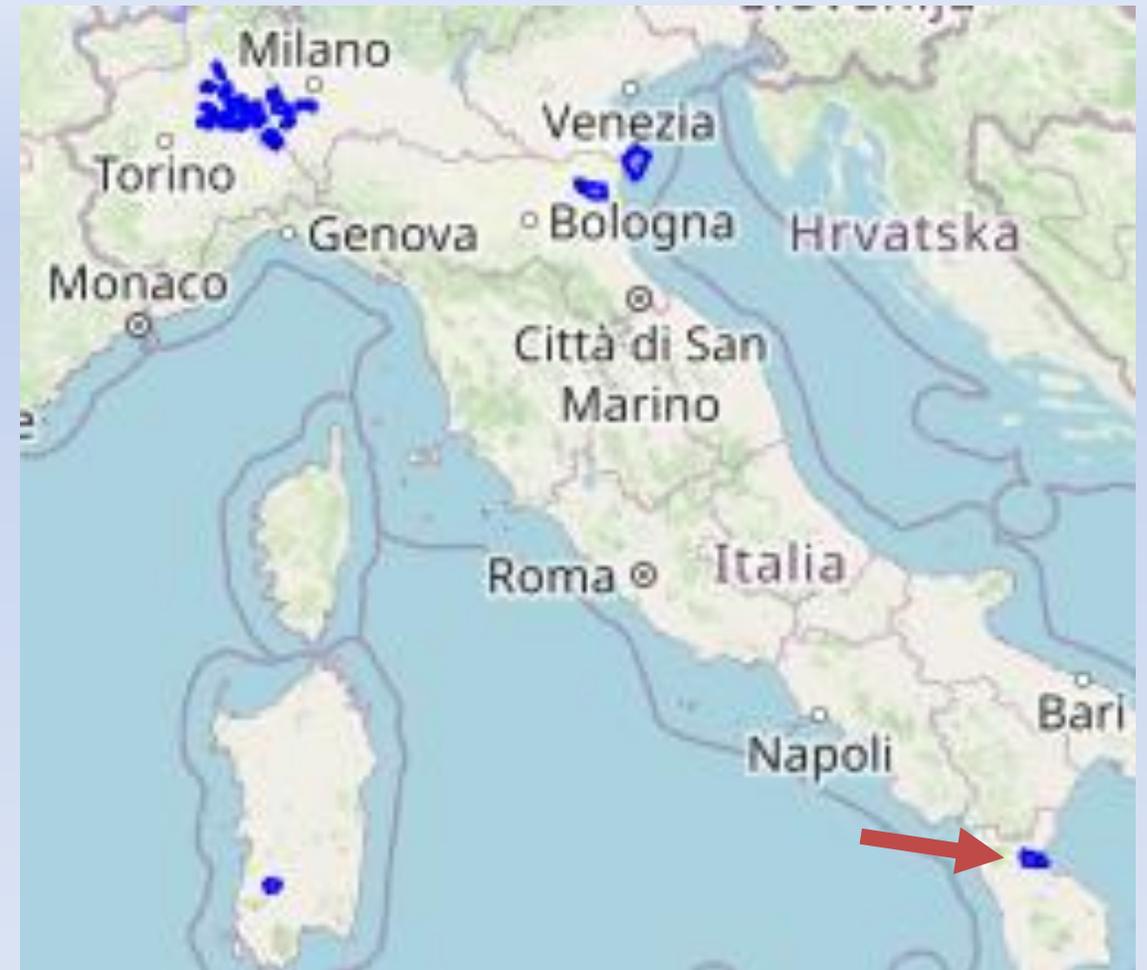
Evoluzione della resistenza ↔

Cyperus difformis

2000 - primo caso di resistenza agli inibitori dell'ALS



Evoluzione della resistenza ↑



30 comuni interessati

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 erbicidi sono in grado di controllare efficacemente questa specie: in post-emergenza, azimsulfuron (Gulliver) e halosulfuron (Permit)
- 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 superficie coltivate con la tecnica della semina interrata a file



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

Nuove specie di infestanti resistenti in risaia

- *Panicum dichotomiflorum*
- *Digitaria sanguinalis*

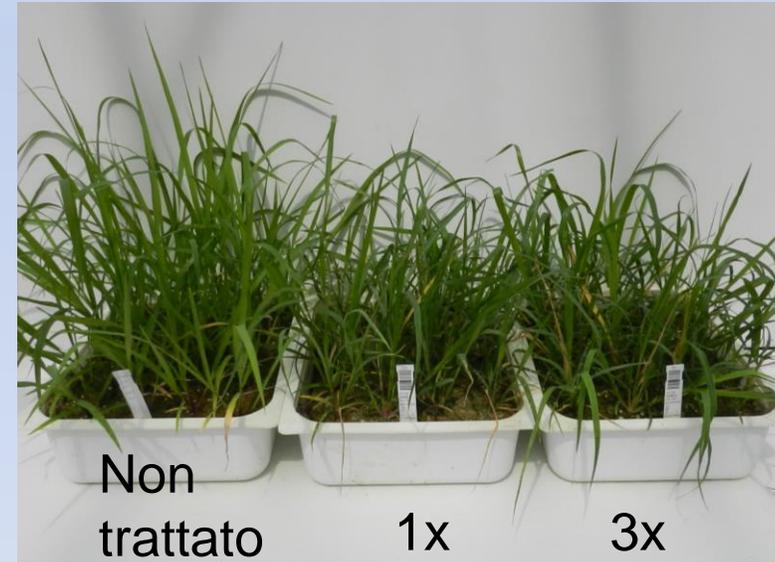
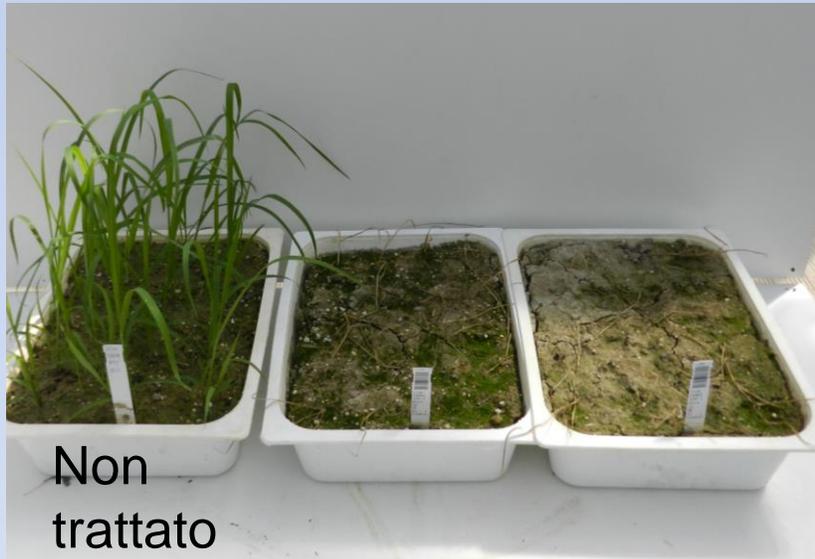
Specie favorite dalla semina
interrata su terreno asciutto



Panicum dichotomiflorum

Campione raccolto nel pavese nel 2020

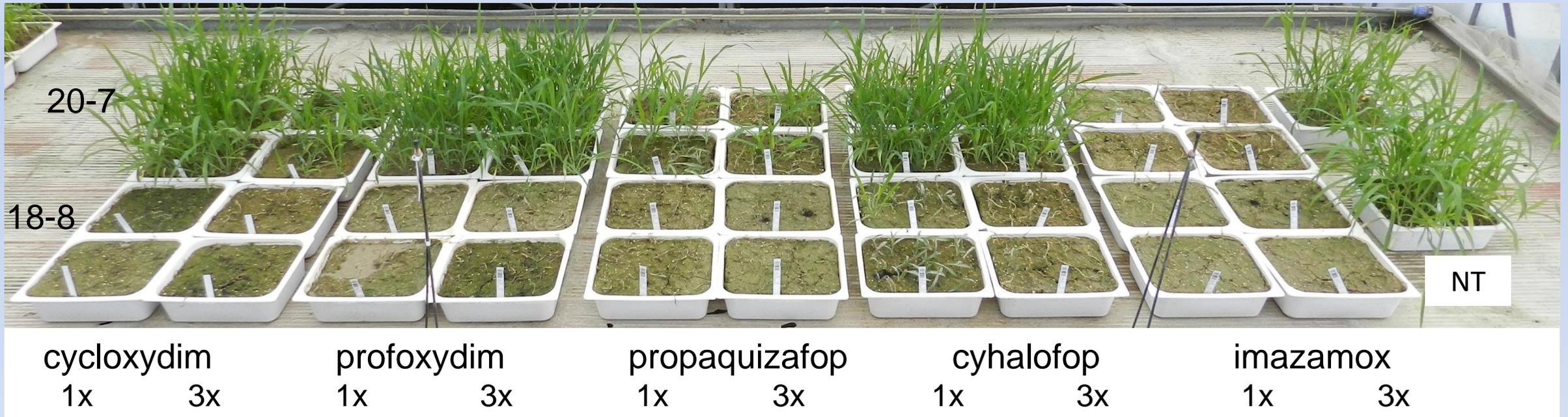
Popolazione
suscettibile
controllata



Dose di campo (1x): Aura 0,5 L ha⁻¹ (100 g profoxydim ha⁻¹)

Digitaria sanguinalis

Biosaggio in serra per valutare il pattern di resistenza



Dosi 1x: Stratos ultra 2,5 L ha⁻¹ - 250 g cycloxydim ha⁻¹
 Aura 0,5 L ha⁻¹ - 100 g profoxydim ha⁻¹
 Agil 1,5 L ha⁻¹ - 150 g propaquizafop ha⁻¹
 Clincher One 1,5 L ha⁻¹ - 300 g cyhalofop ha⁻¹

Beyond 0,9 L ha⁻¹ - 36 g imazamox ha⁻¹

Digitaria sanguinalis

- Dopo il primo caso di resistenza nel 2006 in una coltura di soia in veneto, si aggiungono 2 casi recenti raccolti in riso nella provincia di Pavia.
- Il primo caso raccolto a Cergnago dove si fa rotazione con soia o mais ed il secondo a Borgo San Siro.
- La storia di campo che accomuna questi 2 casi è l'impiego sia di erbicidi inibitori dell'ALS che dell'ACCasi.



Rischio insorgenza resistenza multipla

Bolboeschoenus maritimus (L.) Palla

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



Prospettiva

- Continuo aumento delle problematiche di resistenza, nuove specie di infestanti resistenti
- Aumenta il rischio di resistenza multipla, in particolare per i giavoni
- Limitato numero di erbicidi con diverso meccanismo d'azione, autorizzazione uso di emergenza di alcuni prodotti per gestire le problematiche di resistenza
- Coltivazione di varietà di riso tollerante (tecnologia Clearfield[®] e Provisia[®]), strumento che va gestito con attenzione
- Incremento dei costi per gestire le infestanti

Gestione rischio resistenza in risaia

- Per limitare l'evoluzione della resistenza è necessario alternare prodotti con diverso meccanismo d'azione
- Impiegare correttamente gli erbicidi disponibili nello spazio e nel tempo
- Impiegare prodotti di pre-semina o pre-emergenza per limitare lo sviluppo delle infestanti
- Usare la tecnica della falsa semina (sia con mezzi agronomici che chimici) per ridurre la densità delle infestanti

Gestione rischio resistenza in risaia

- Evitare che le infestanti sfuggite al controllo vadano a seme o si propaghino per via vegetativa
- Considerare la rotazione colturale nelle situazioni con resistenze complesse
- La resistenza è un costo: le misure curative con resistenza in atto comportano un costo medio superiore di 3-5 volte rispetto a quelle preventive

Considerazioni finali

La sostenibilità della risaia è a rischio

- Per gestire sistemi ad alto rischio c'è bisogno di una maggiore conoscenza tecnica per il controllo delle infestanti e più professionalità
- Il controllo integrato delle infestanti in risaia che si basa sulle conoscenze biologiche delle specie di infestanti, delle colture e dei mezzi agronomici e chimici disponibili per il loro controllo dovrebbe essere adottato su larga scala.
- Le soluzioni vanno adattate localmente, non ci sono soluzioni tecniche generali valide ovunque

Il miglior sistema di controllo delle infestanti nella risaia è quello integrato



www.resistenzaerbicidi.com

Grazie ai membri del GIRE



e per la vostra attenzione