

Ciclo di webinar organizzati dalla Società Italiana
per la Ricerca sulla Flora Infestante (SIRFI)

I GIOVEDÌ DELLA SIRFI

LE PIANTE INFESTANTI: CONOSCERLE PER GESTIRLE

il 2° giovedì di ogni mese alle 17.00

Incontri rivolti a ricercatori, tecnici, agricoltori, studenti e a chiunque
sia incuriosito dal mondo della malerbologia

sesto incontro

CONTROLLO INNOVATIVO DELLE INFESTANTI
nanotecnologie, biotecnologie e modellistica:
focus sulle potenzialità in risicoltura

Dott.ssa Silvia Panozzo
CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante



Giovedì 15 maggio 2025



Dalle 17.00 alle 18.00

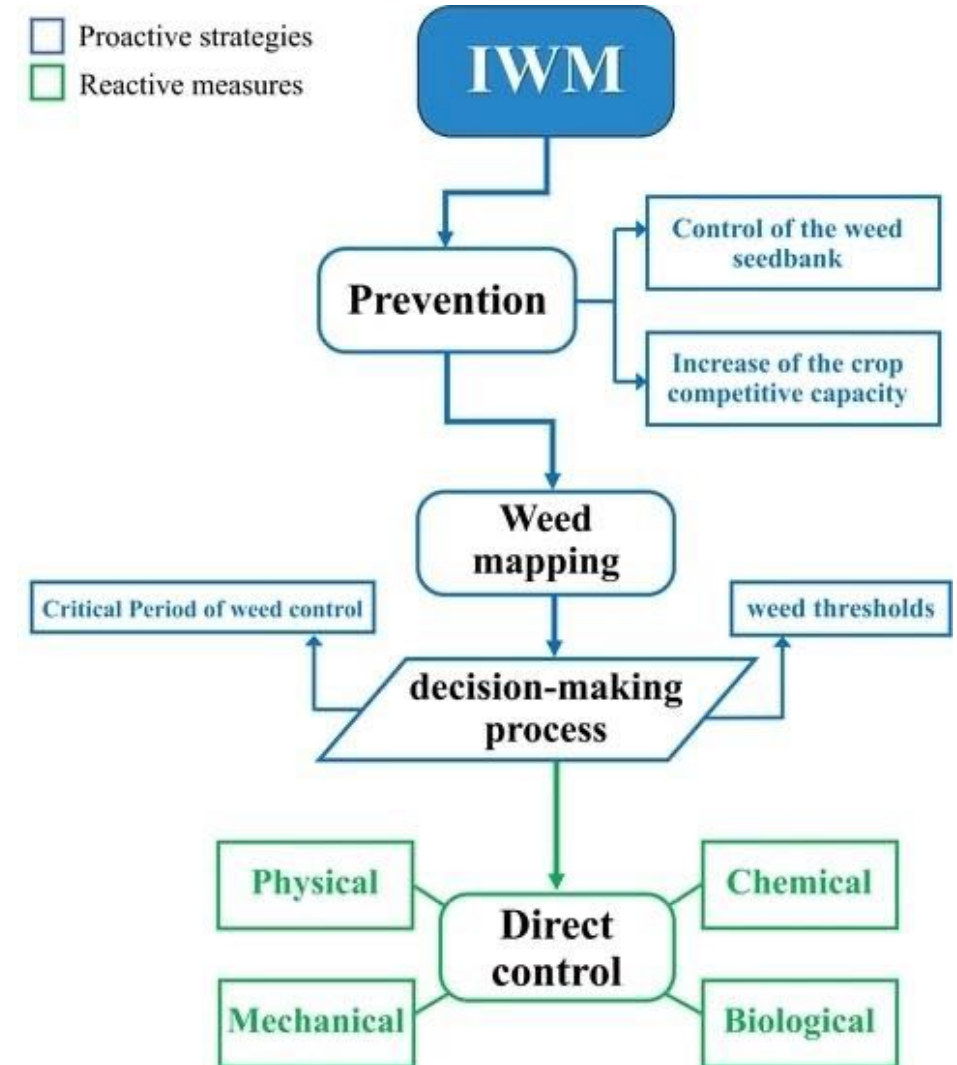


Perché ci servono dei sistemi innovativi di controllo delle infestanti?

Il controllo delle infestanti nelle colture cerealicole italiane è attualmente messo in discussione da:

- i) continua evoluzione di infestanti resistenti agli erbicidi;
- ii) riduzione del numero di erbicidi e siti d'azione disponibili, mancanza di nuovi principi attivi sul mercato;
- iii) crescente inasprimento della regolamentazione sull'uso degli erbicidi

Controllo integrato delle malerbe



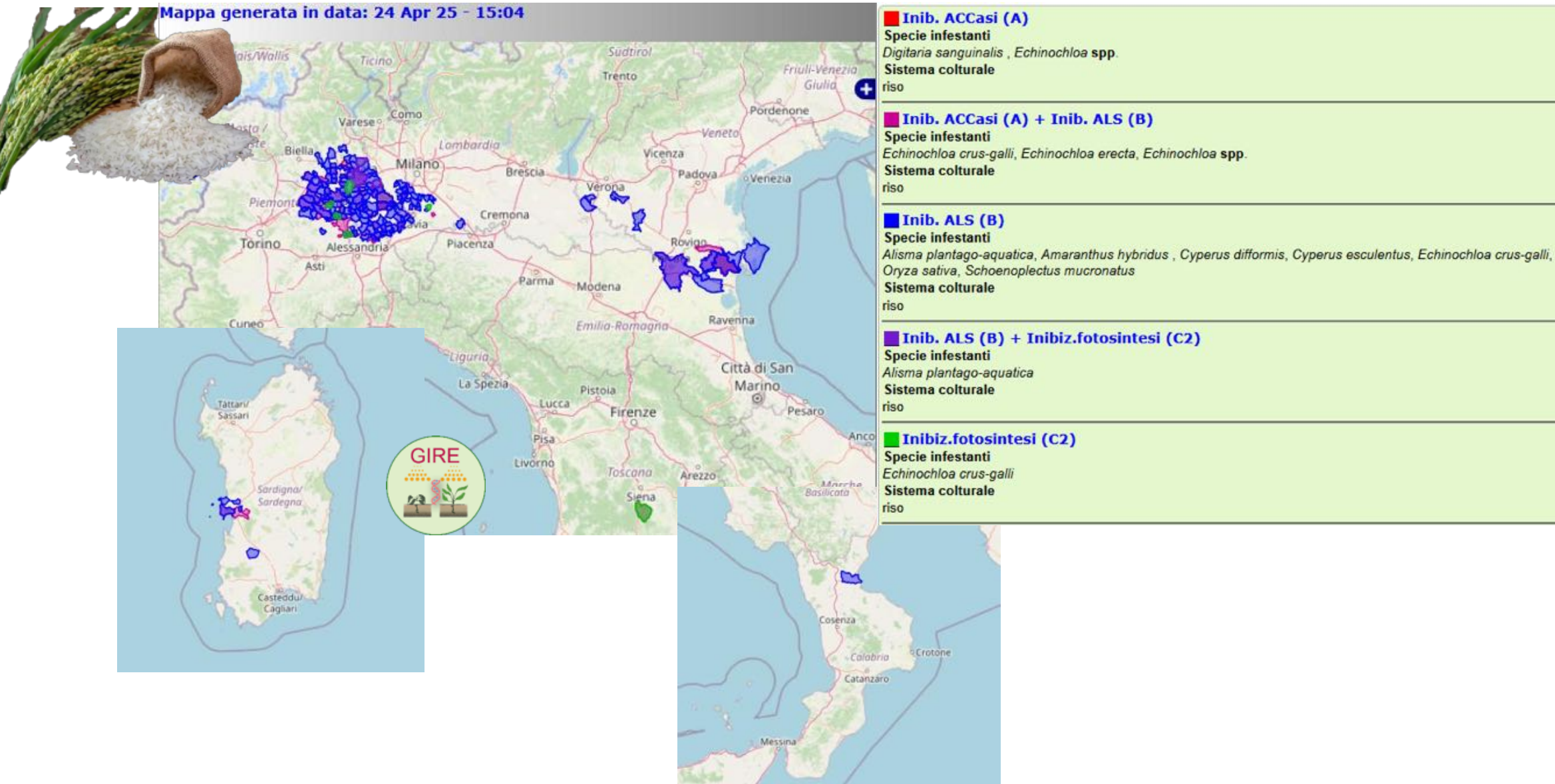
Necessità di sviluppare strategie innovative per ridurre l'uso di prodotti chimici, salvaguardando l'ambiente e migliorando la sostenibilità

Continua evoluzione di infestanti resistenti agli erbicidi (Fonte: GIRE <http://gire.ipsp.cnr.it/>)

Mais e frumento (duro e tenero) occupano più del 50% della superficie destinata alla coltivazione di cereali in Italia...



Il riso è il terzo cereale coltivato in Italia con circa il 10% della superficie cerealicola totale...



Sostenibilità del sistema risicolo italiano

Il riso, più di altri sistemi colturali, è a rischio inquinamento

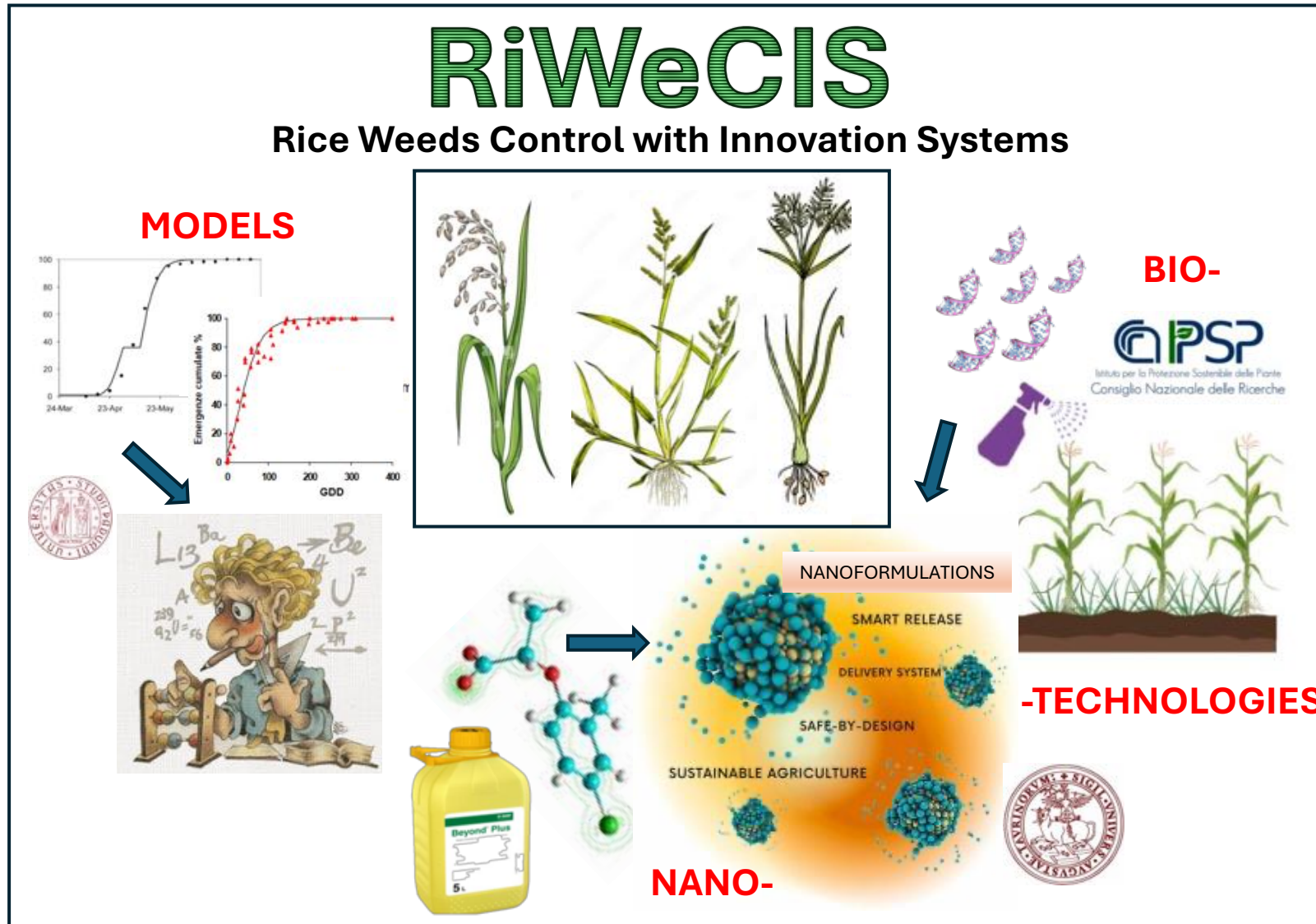
→ per le caratteristiche del terreno dove viene coltivato (permeabilità, capacità di ritenzione idrica, profondità, pendenza, profondità della falda acquifera, ecc.)

→ per le pratiche agronomiche utilizzate (metodi di fertilizzazione, modalità di coltivazione, lavorazione del terreno, gestione delle erbe infestanti)

- la rotazione delle colture non è fattibile perché alcune aree soffrono naturalmente di inondazioni periodiche e il riso è l'unica coltura che può essere coltivata
- la gestione delle erbe infestanti si basa principalmente sull'uso di erbicidi con conseguente impatto negativo sull'ambiente a breve e/o lungo termine
- l'uso ripetuto di erbicidi con la stessa modalità di azione ha portato all'evoluzione di biotipi resistenti che coinvolgono diverse specie di infestanti → aumento del numero di trattamenti e/o utilizzo di prodotti con profili eco-tossicologici peggiori



Innovations for sustainable rice production: models, bio- and nano- technologies for weed management



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Obiettivi dell'Europa

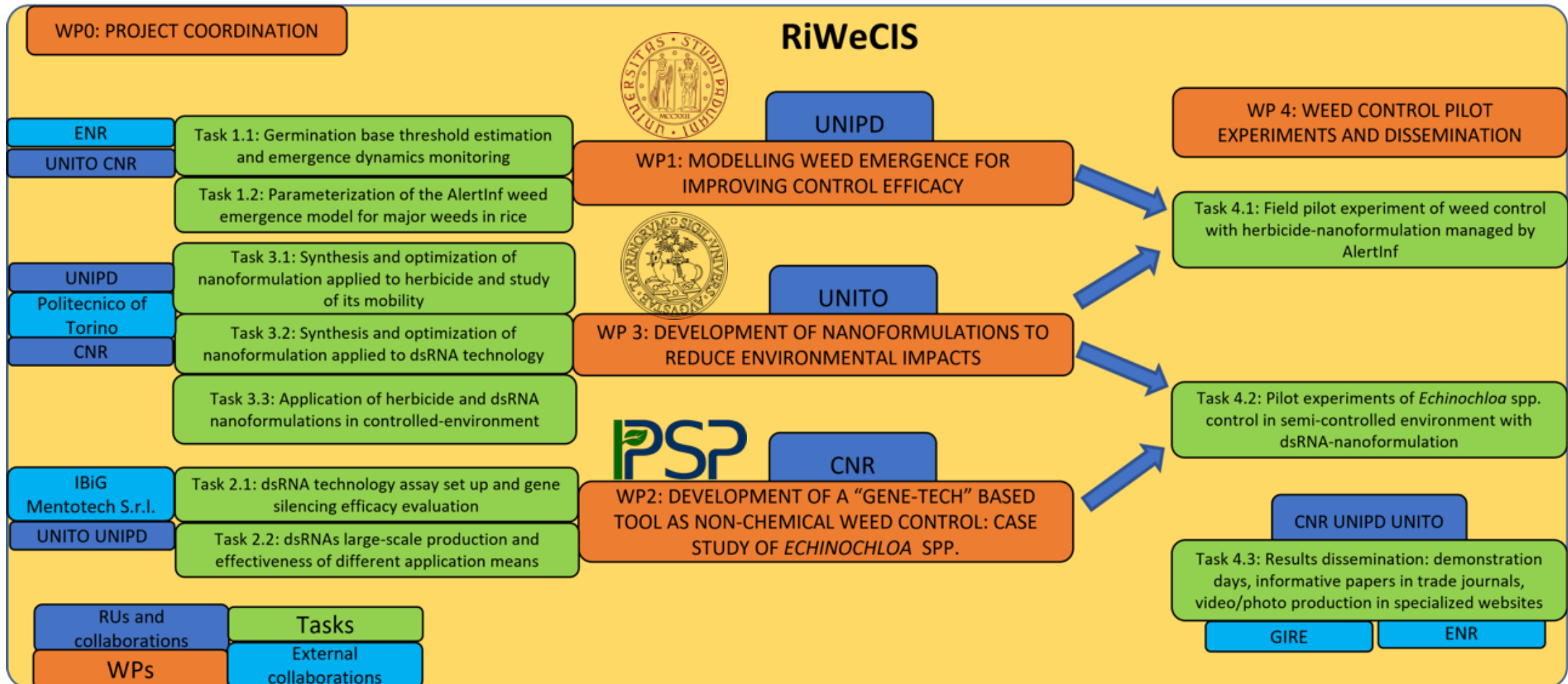
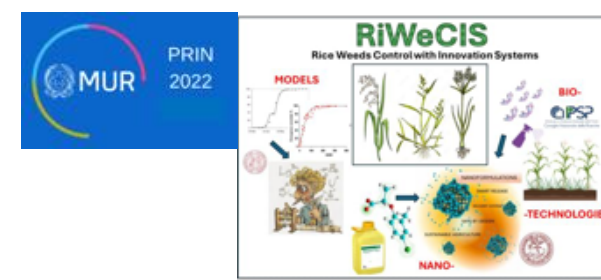
- European Green Deal e strategia Farm to Fork → ridurre la dipendenza dai pesticidi, e quindi il loro utilizzo, e il rischio associati ad esso
- PAC 2021-2027 PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) → costruzione di «knowledge and innovation in agriculture» (AKIS)

I NOSTRI obiettivi

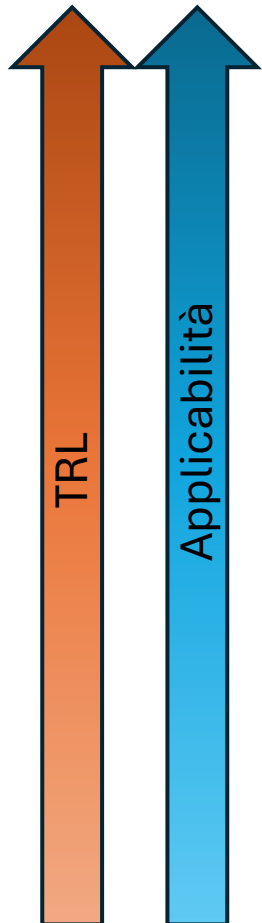
- Sviluppare diverse strategie per migliorare la sostenibilità della coltivazione del riso in Italia ottimizzando/riducendo/evitando l'uso degli
- Preservare la produttività proteggendo allo stesso tempo la salute umana e l'ambiente, in particolare le acque sotterranee
- Fare degli esperimenti pilota per mostrare le potenzialità dell'integrazione delle diverse tecnologie sviluppate nel progetto

RiWeCIS

Rice Weeds Control with Innovation Systems



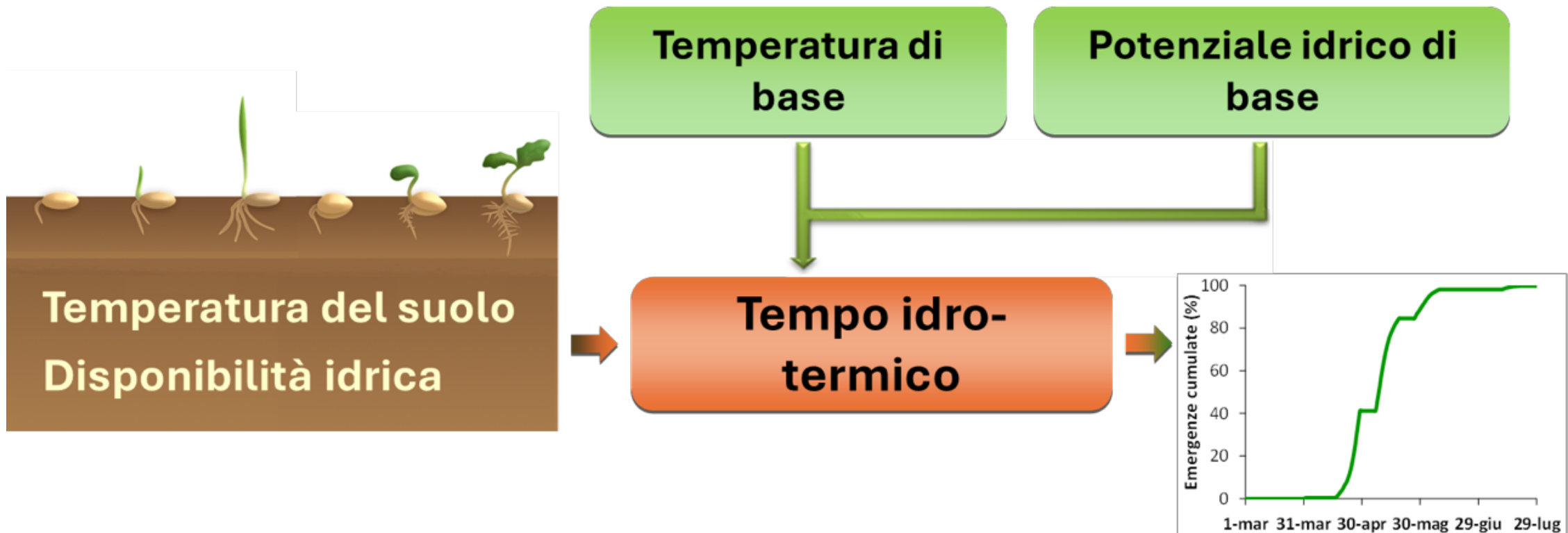
Quali sono le attività previste:



- 1) Parametrizzare un sistema di supporto alle decisioni con lo scopo di ottimizzare gli interventi di controllo delle malerbe e aumentarne l'efficacia attraverso la modellizzazione delle emergenze delle infestanti in riso
- 2) Sviluppare e testare nano-formulazioni che incapsolino un principio attivo di un erbicida usato per il controllo delle infestanti in riso, con lo scopo di ridurre la quantità di erbicida utilizzato e la lisciviazione nell'ambiente, mantenendo allo stesso la sua efficacia
- 3) Sviluppare e testare delle soluzioni tecnologiche a base genetica non-OGM come possibile strumento non-chimico integrativo/alternativo per il controllo delle principali infestanti del riso. Questa tecnologia si basa sull'applicazione esogena di dsRNA capace di innescare il meccanismo dell'RNA interference: nanoincapsulare la tecnologia a dsRNA con lo scopo di facilitarne l'applicazione fogliare e aumentare l'assorbimento da parte delle piante

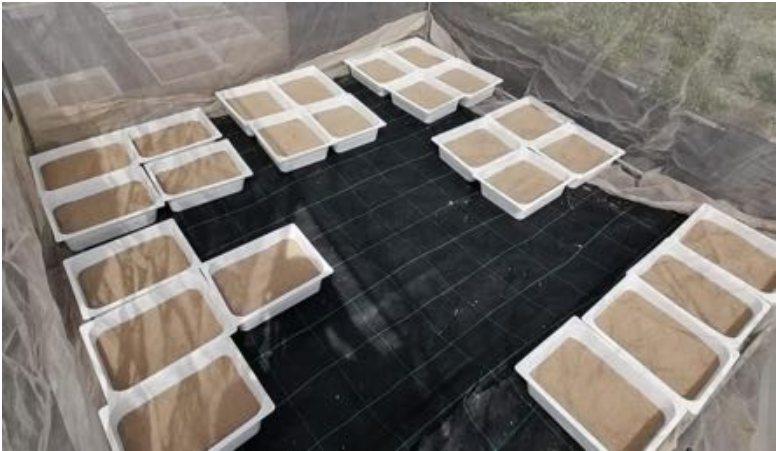
SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: MODELLIZZAZIONE DELLE EMERGENZE DELLE INFESTANTI

DSS (Decision Support Systems) per il controllo delle infestanti: aiutano agricoltori, tecnici e consulenti a prendere decisioni **più informate, tempestive** ed **efficaci** sulla gestione delle erbe infestanti, basandosi su **dati scientifici** e **ambientali**.



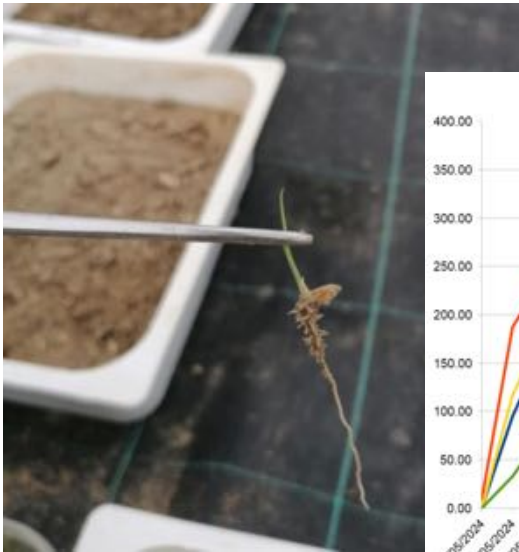
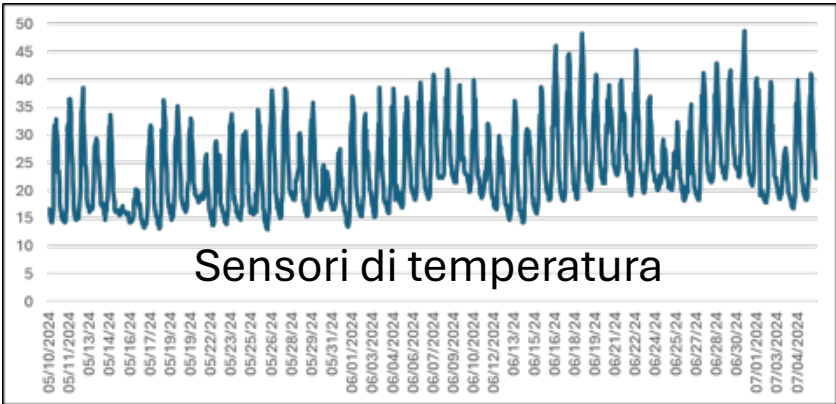
SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: MODELLIZZAZIONE DELLE EMERGENZE DELLE INFESTANTI

Come si calibra un modello?

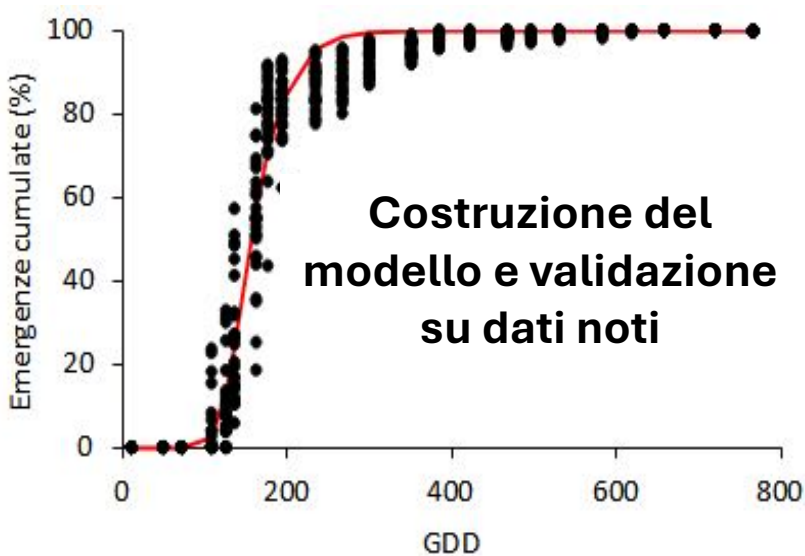
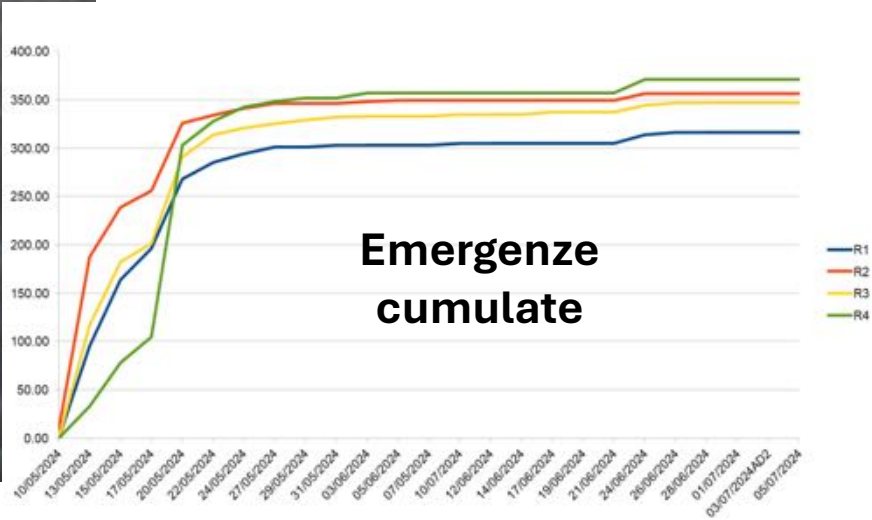


Vaschette con substrato mantenuto umido con irrigazione in isolatori

Monitoraggio temperatura al suolo



Emergenze monitorate costantemente



Costruzione del modello e validazione su dati noti



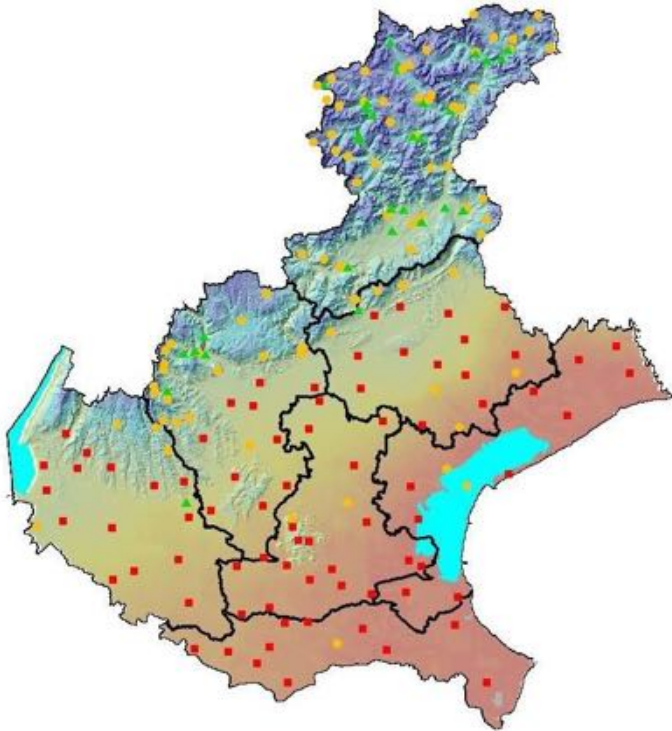
Interrogazione del modello

SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: MODELLIZZAZIONE DELLE EMERGENZE DELLE INFESTANTI



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

Alertinf in Veneto



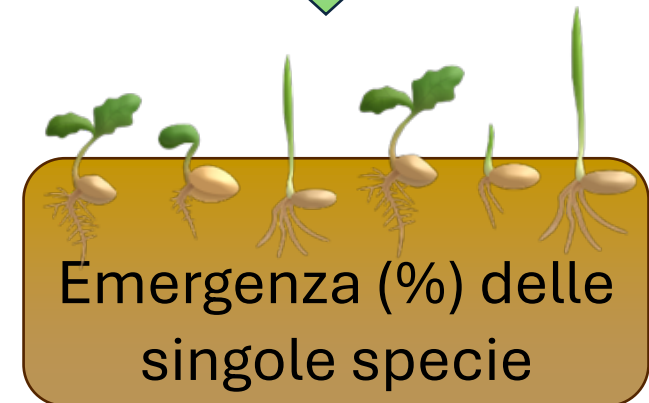
Dati meteo forniti dalle
stazioni meteo presenti
sul territorio



Pioggia giornaliera



Temperatura del suolo
giornaliera



Alertinf in Veneto



☒ *Chenopodium album* - Farinaccio



☐ *Amaranthus retroflexus* - Amaranto comune



☐ *Sorghum halepense* - Sorghetta



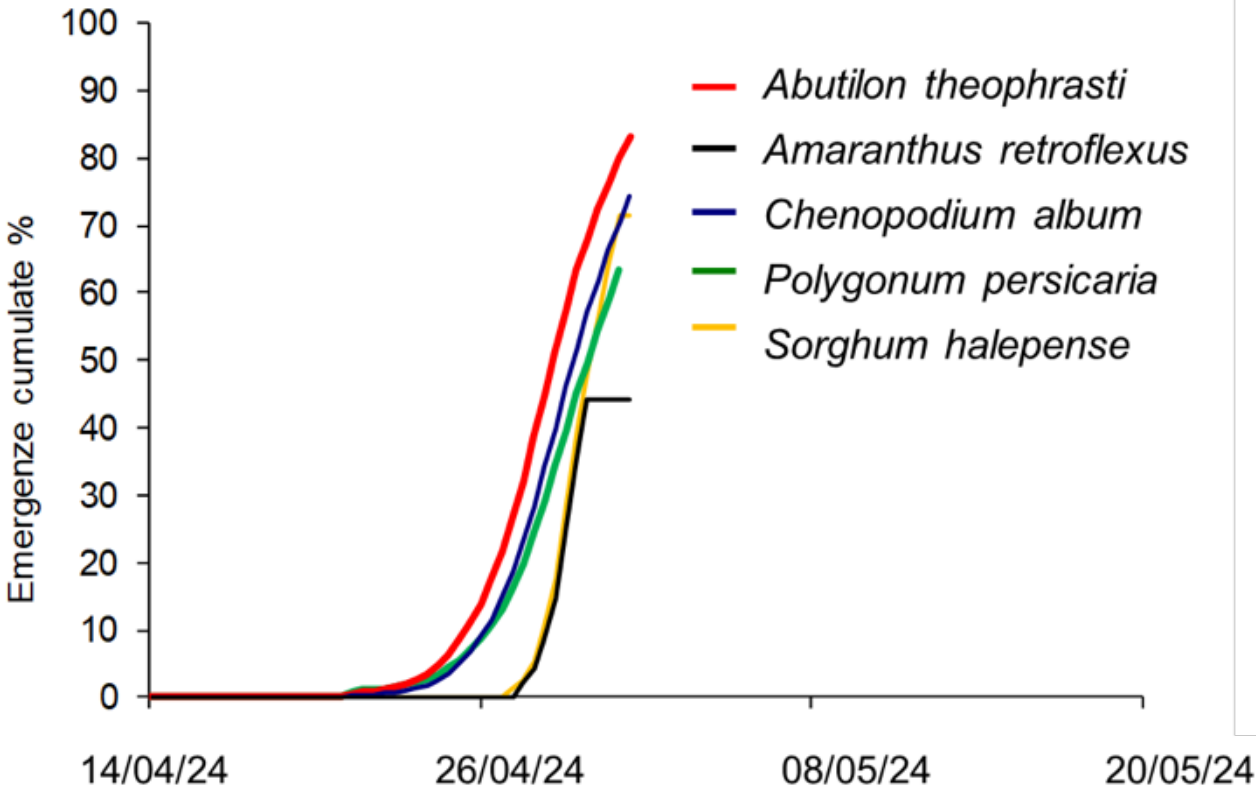
☐ *Abutilon theophrasti* - Cencio molle



☐ *Polygonum persicaria* - Persicaria

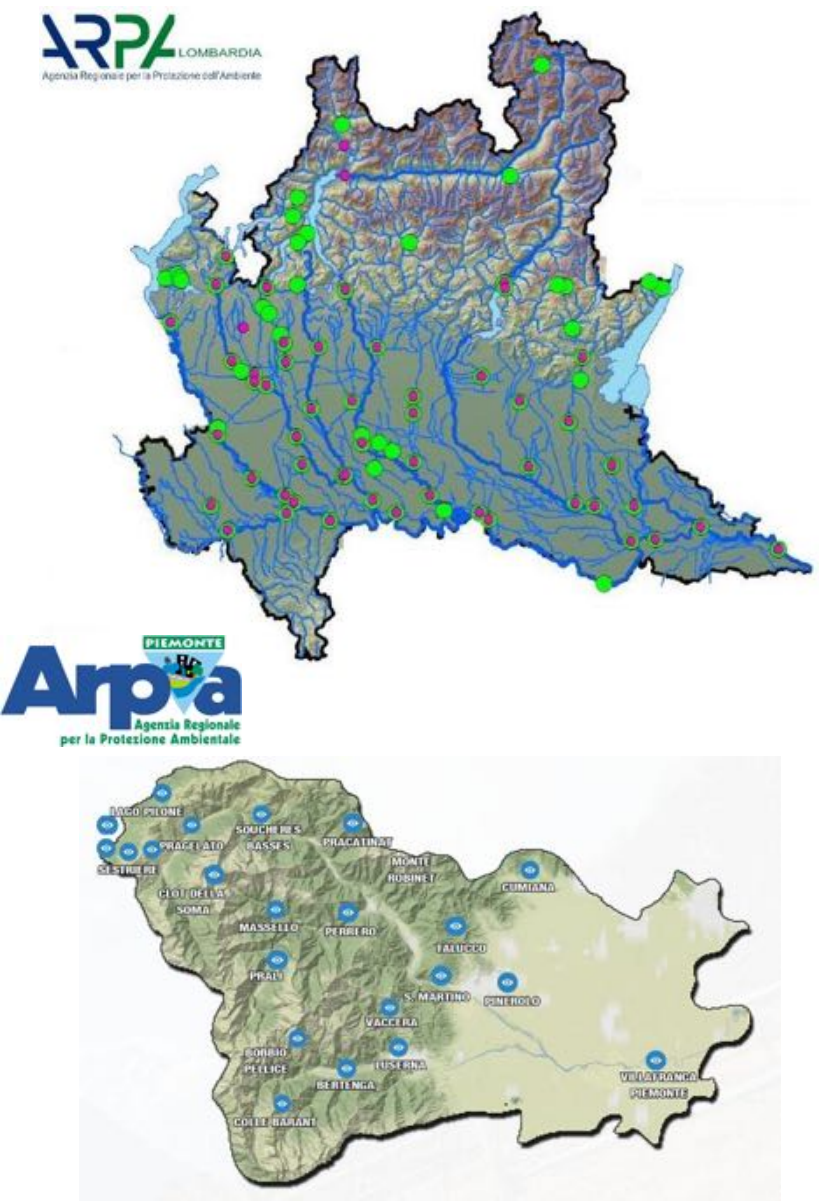


☐ *Solanum nigrum* - Erba morella



Specie	28/04/2024	05/05/2024
ABUTH	51%	83%
AMARE	15%	44%
CHEAL	40%	74%
POLPE	34%	67%
SORHA	17%	71%

SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: MODELLIZZAZIONE DELLE EMERGENZE DELLE INFESTANTI



Dati meteo forniti dalle
stazioni meteo presenti
sul territorio



Giavoni (*Echinochloa* spp.)

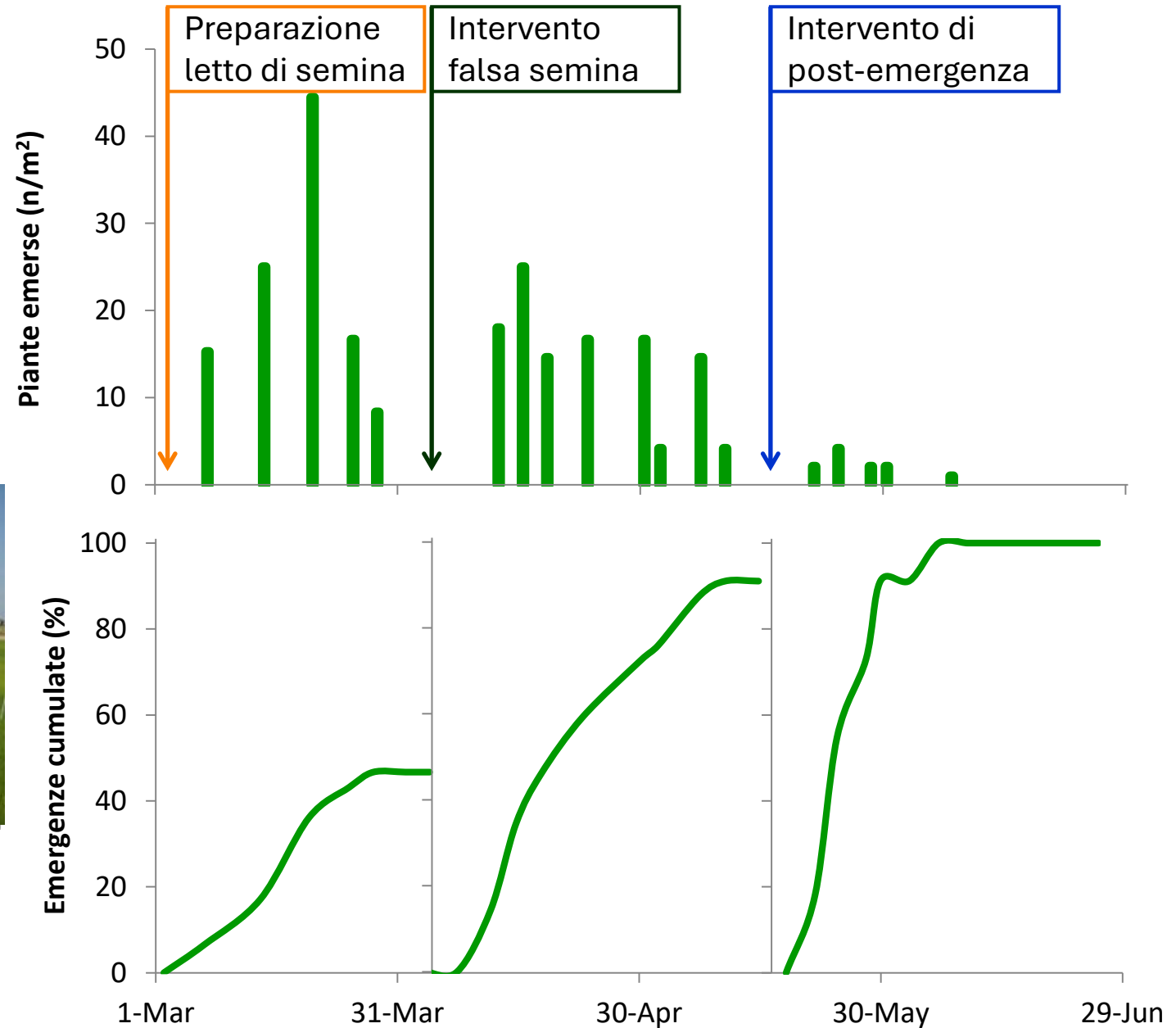


Riso crodo (*Oryza sativa* (L.) var. *sylvatica*)



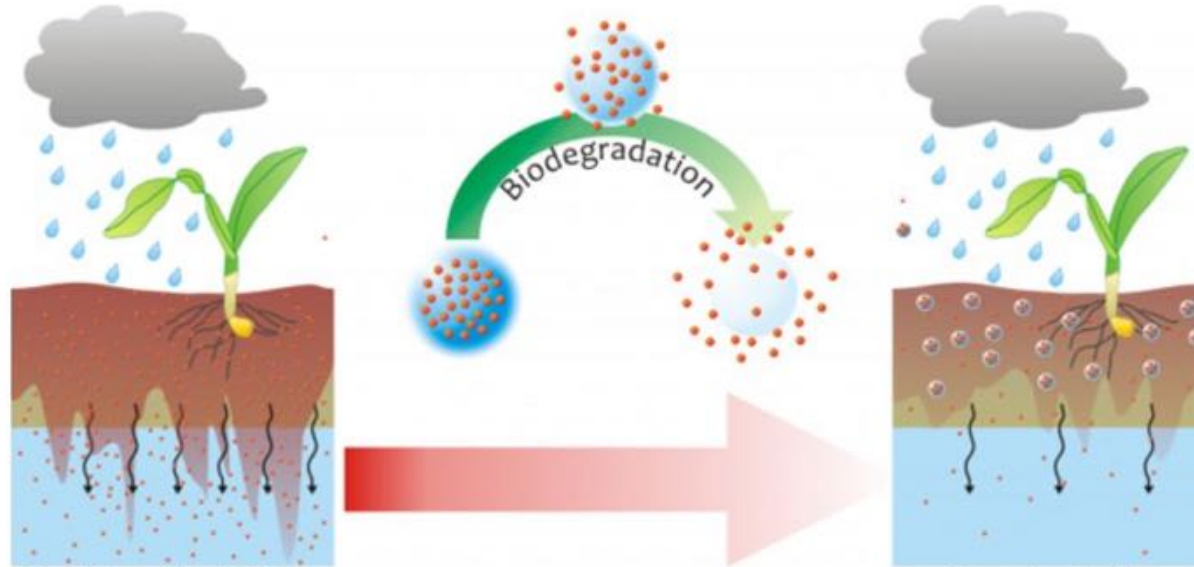
SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: MODELLIZZAZIONE DELLE EMERGENZE DELLE INFESTANTI

Il modello di previsione delle emergenze delle infestanti serve per individuare il momento opportuno per interrompere la **falsa semina**, per ottimizzare la data di esecuzione interventi di controllo, chimici o meccanici.



Erbicidi tradizionali

- Alcuni tossici per l'uomo e gli animali
- scarsamente degradabili
- tendono ad accumularsi nel suolo, nel sottosuolo e nell'acqua
- Altri meno tossici e persistenti, ma troppo volatili o solubili, si disperdono nell'ambiente



VANTAGGI:

1. la quantità di principio attivo necessaria per un trattamento efficace in campo è significativamente ridotta
2. le particelle rilasciano lentamente il composto limitando le perdite nel sottosuolo dovute a pioggia e irrigazione

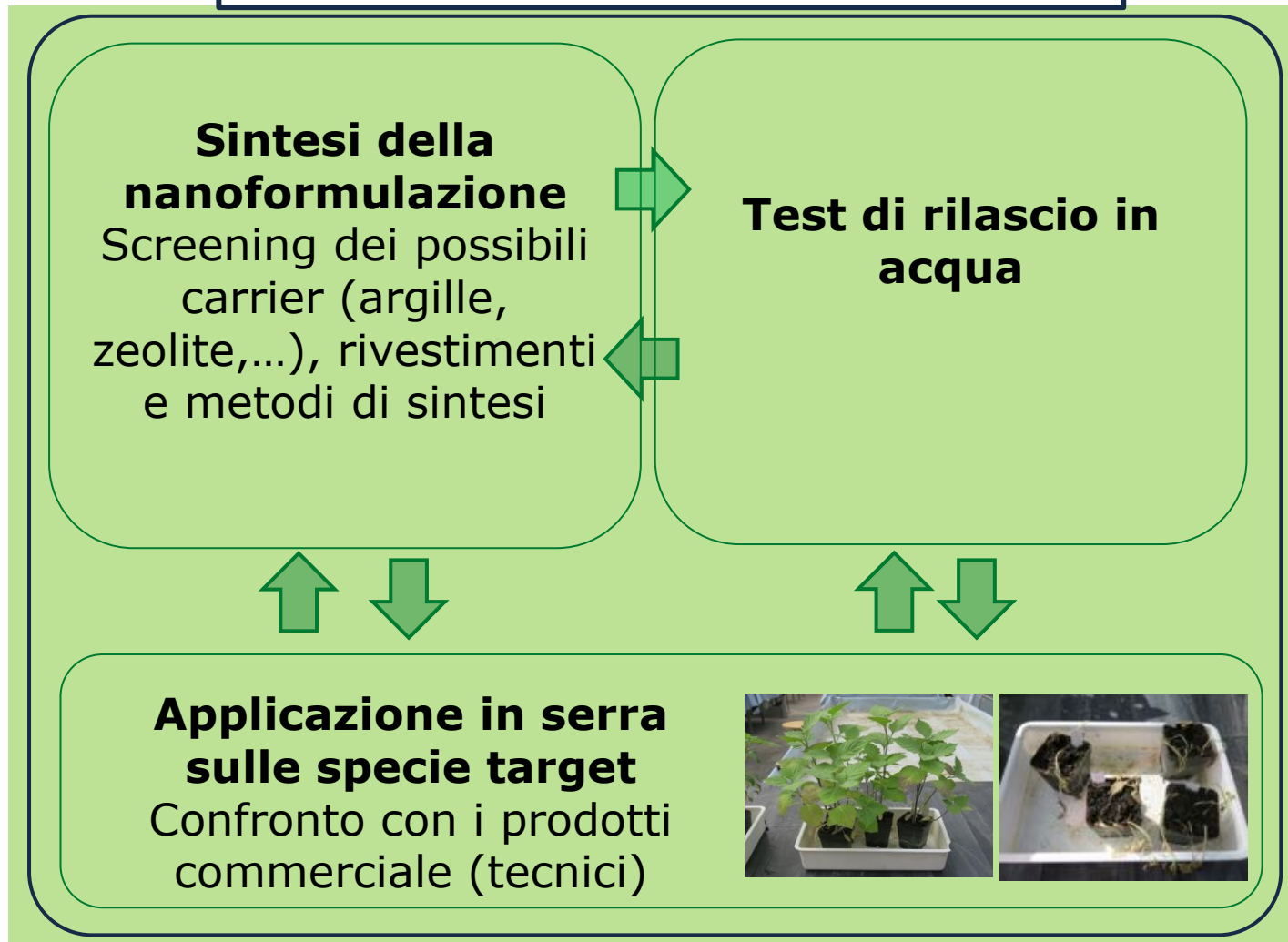
Nano-erbicidi

- formulazioni di pesticidi con ridotta tossicità e impatto ambientale
- uso di micro e nano particelle, in grado di:
 - proteggere i prodotti agrochimici solubili
 - indirizzarli verso le infestanti
 - limitarne la diffusione incontrollata nel sottosuolo e nelle falde acquifere

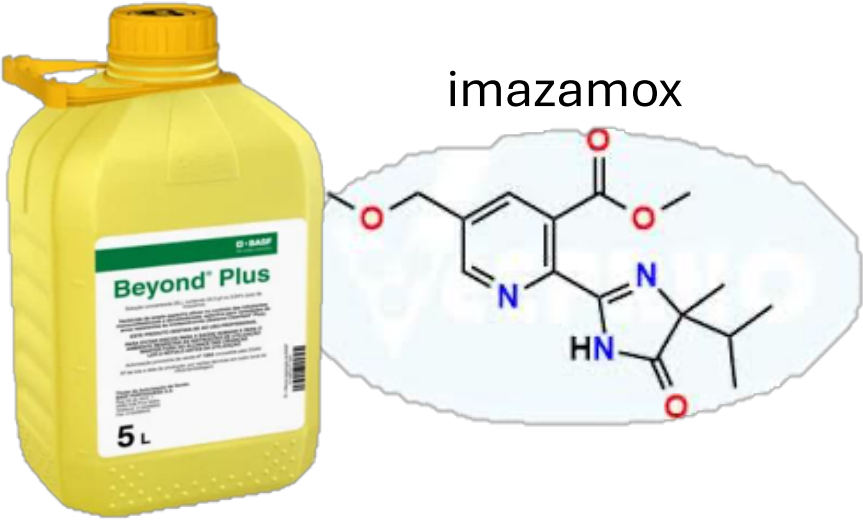


NANOFORMULAZIONI: SVILUPPO E TEST DI NANO-ERBICIDI

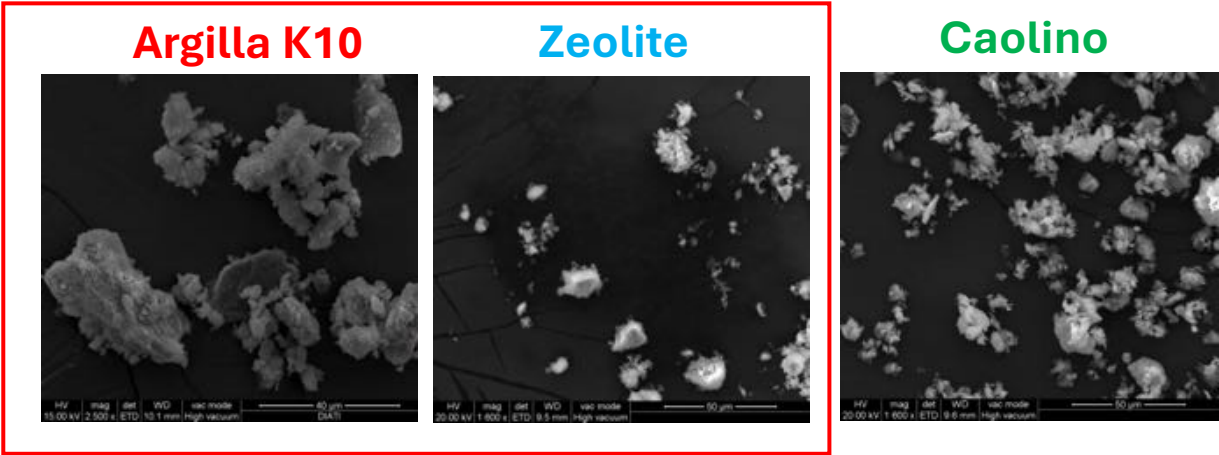
Fasi di sviluppo in laboratorio e test in ambiente controllato Sintesi e ottimizzazione



NANOFORMULAZIONI: SVILUPPO E TEST DI NANO-ERBICIDI

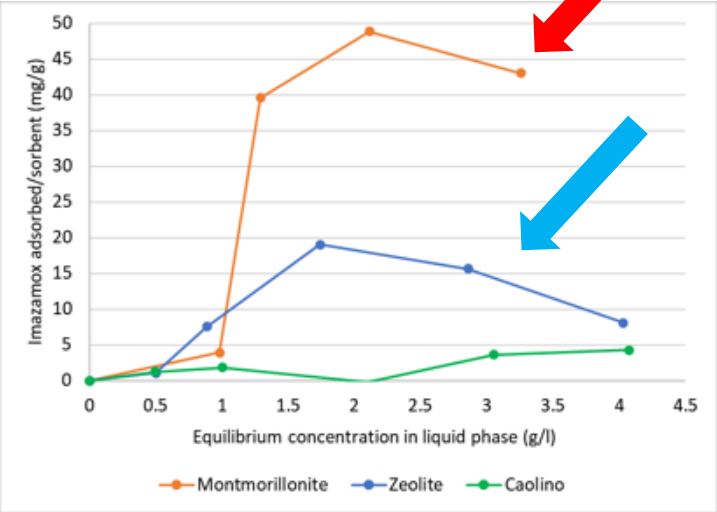


Particelle minerali con range nano-micro

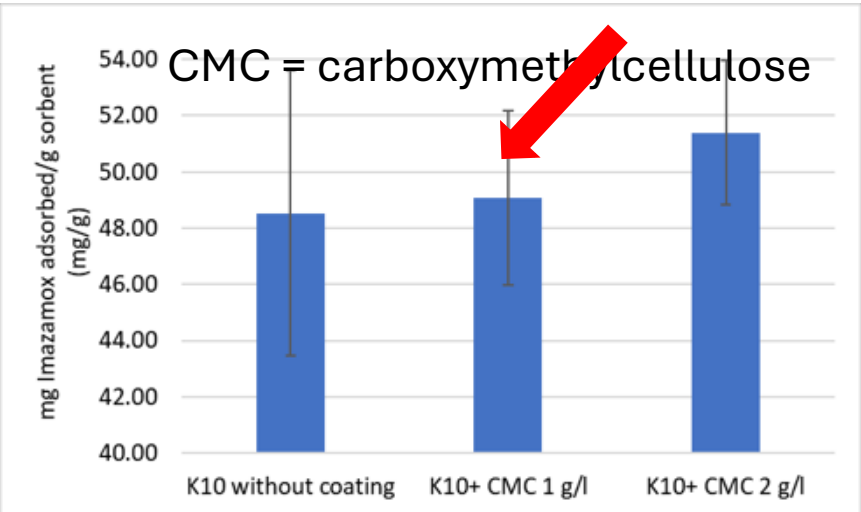


Sintesi della nanoformulazione

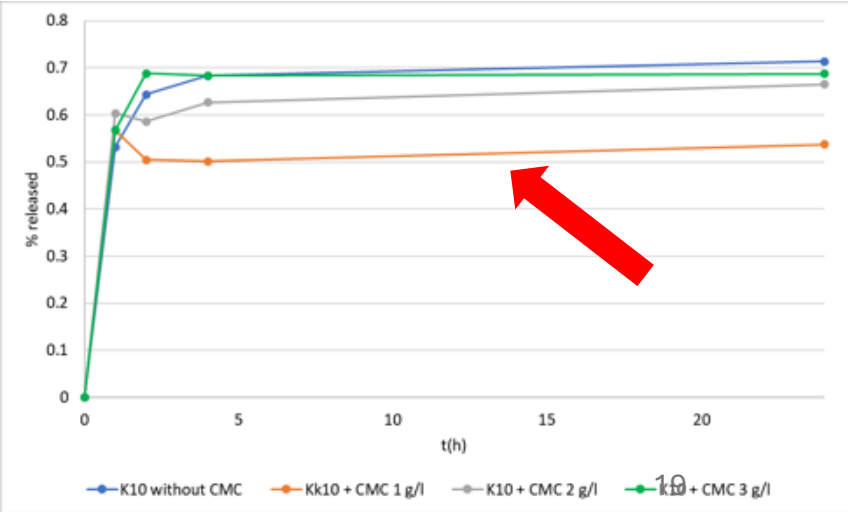
Assorbimento



Rivestimento



Test di rilascio in acqua

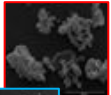
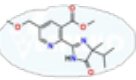


NANOFORMULAZIONI: SVILUPPO E TEST DI NANO-ERBICIDI

Applicazione in serra sulle specie target

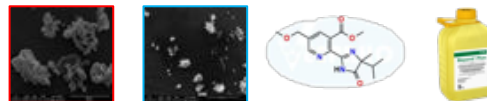
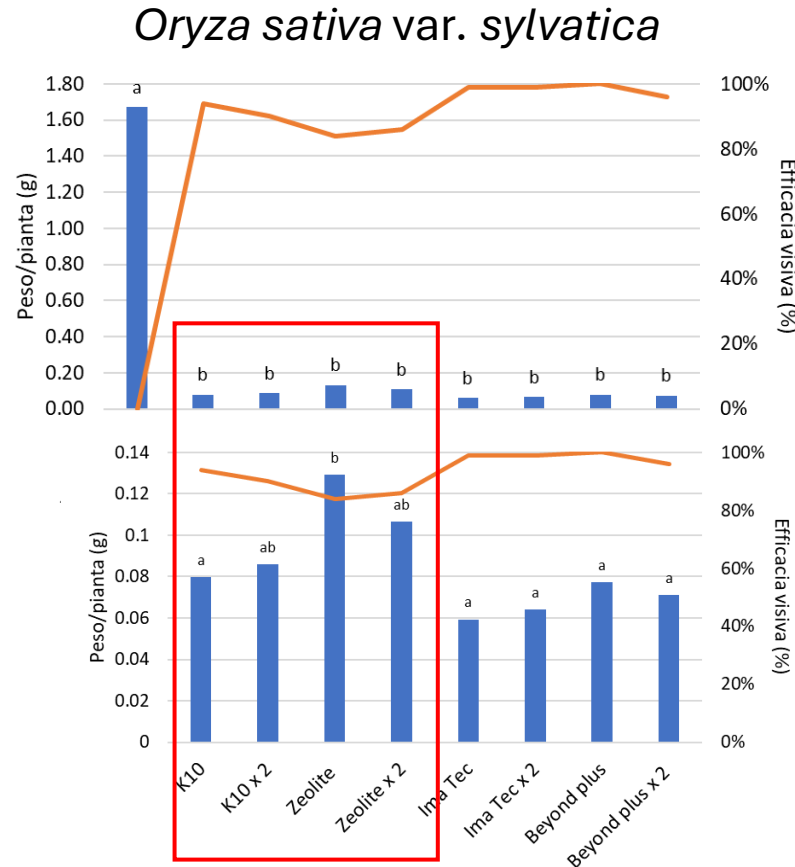


Design sperimentale:

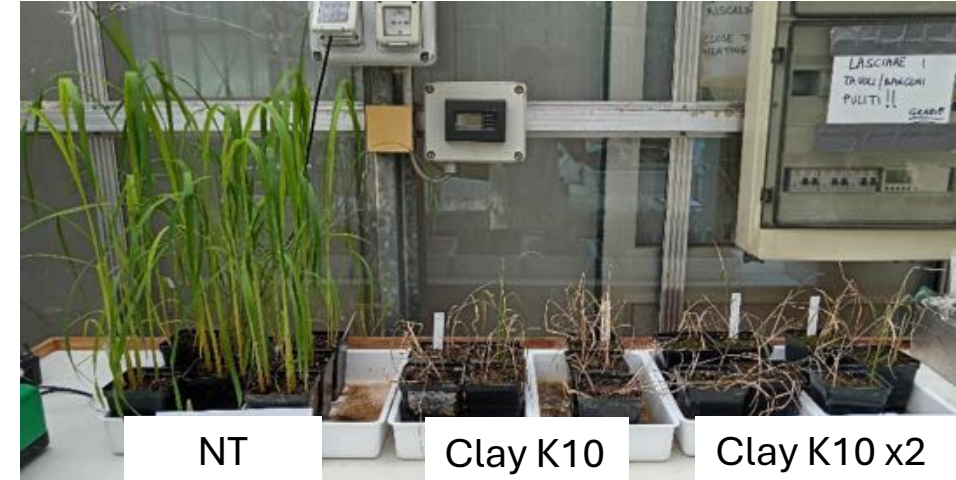
- Argilla K10 + Imazamox t.g. 
- Zeolite + Imazamox t.g. 
- Imazamox t.g. 
- Imazamox p.c. (Beyond Plus) 
- 1 o 2 trattamenti (a 15 giorni di distanza)

Rilievi dopo 4 settimane dal primo trattamento e 2 settimane dal secondo :

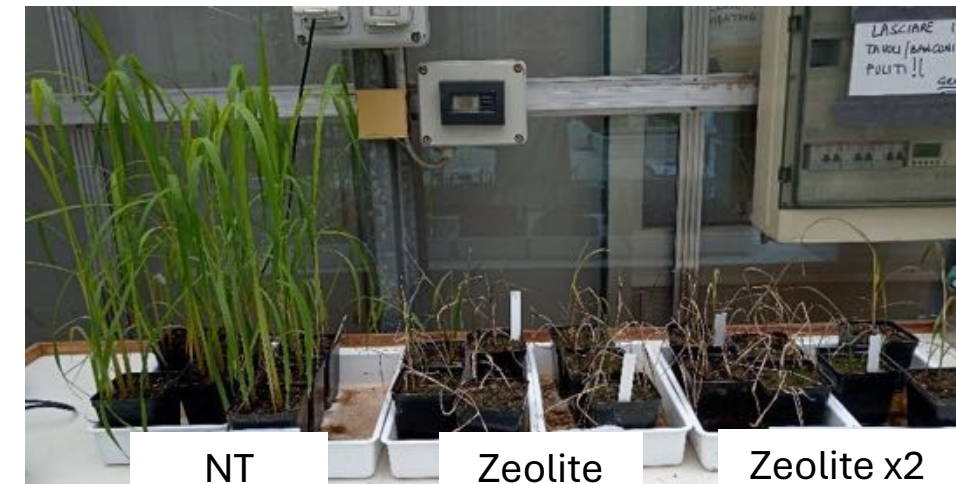
— Stima visiva dell'efficacia
■ Biomassa vegetale



Confronto tesi testimone, K10 e K10 x 2



Confronto tesi testimone, Zeolite e Zeolite x 2

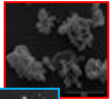
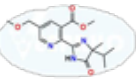


NANOFORMULAZIONI: SVILUPPO E TEST DI NANO-ERBICIDI

Applicazione in serra sulle specie target

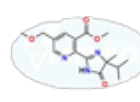
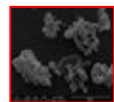
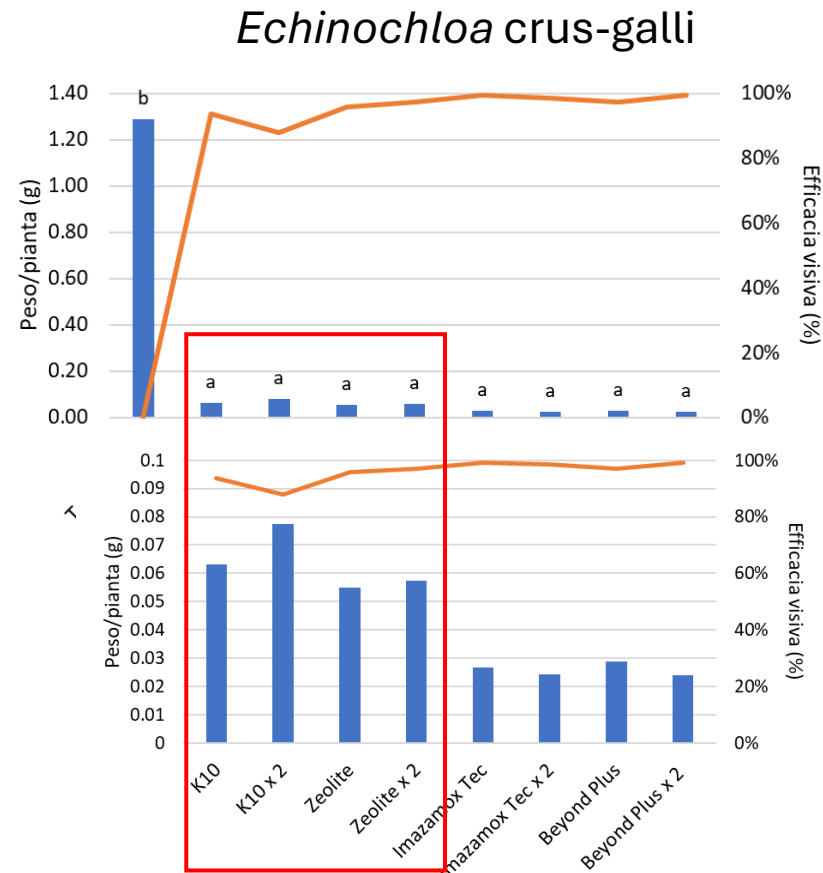


Design sperimentale:

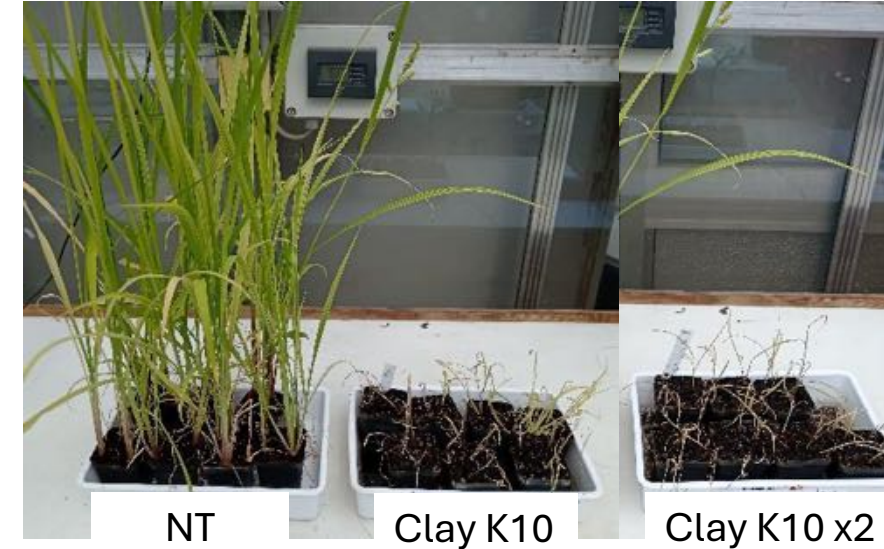
- Argilla K10 + Imazamox t.g. 
- Zeolite + Imazamox t.g. 
- Imazamox t.g. 
- Imazamox p.c. (Beyond Plus) 
- 1 o 2 trattamenti (a 15 giorni di distanza)

Rilievi dopo 4 settimane dal primo trattamento e 2 settimane dal secondo :

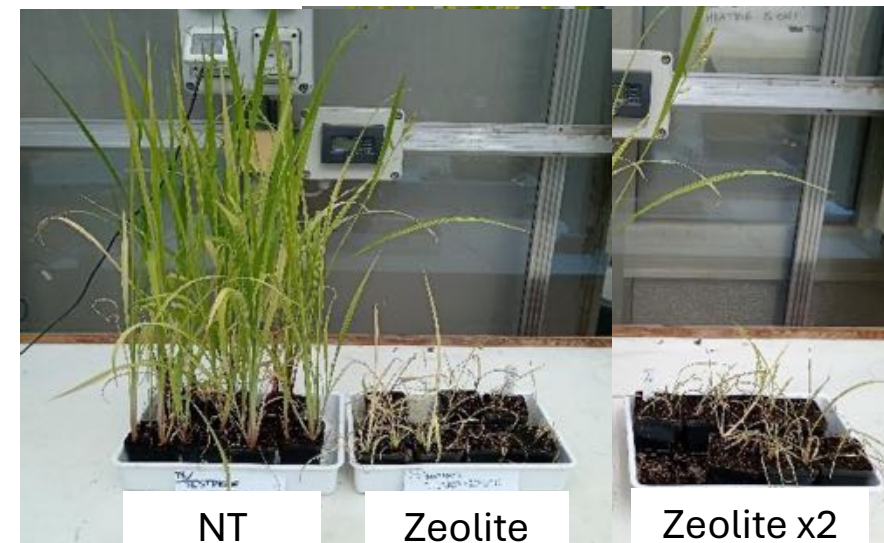
— Stima visiva dell'efficacia
■ Biomassa vegetale



Confronto tesi testimone, K10 e K10 x 2



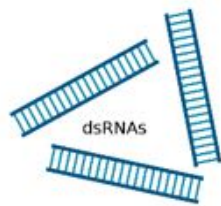
Confronto tesi testimone, Zeolite e Zeolite x 2



TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

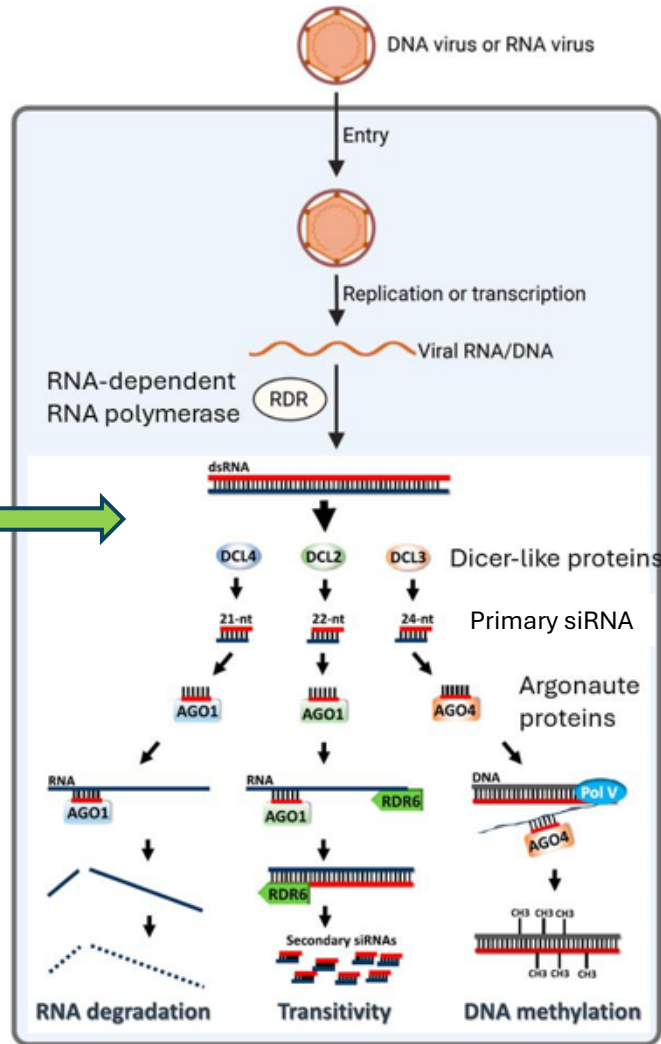
Scopo: esplorare la fattibilità dell'utilizzo di semplici acidi ribonucleici a doppio filamento (dsRNA) come strumento di controllo delle erbe infestanti alternativo agli erbicidi classici

Meccanismo dell' RNA interference (RNAi)



Lunghi dsRNA esogeni

Silenziamento genico post-trascrizionale (PTGS)



Silenziamento transitorio

metilazione del DNA mediata da RNA (RdDM)



TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

L'inizio della storia....

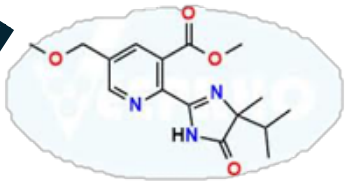


Amaranthus hybridus

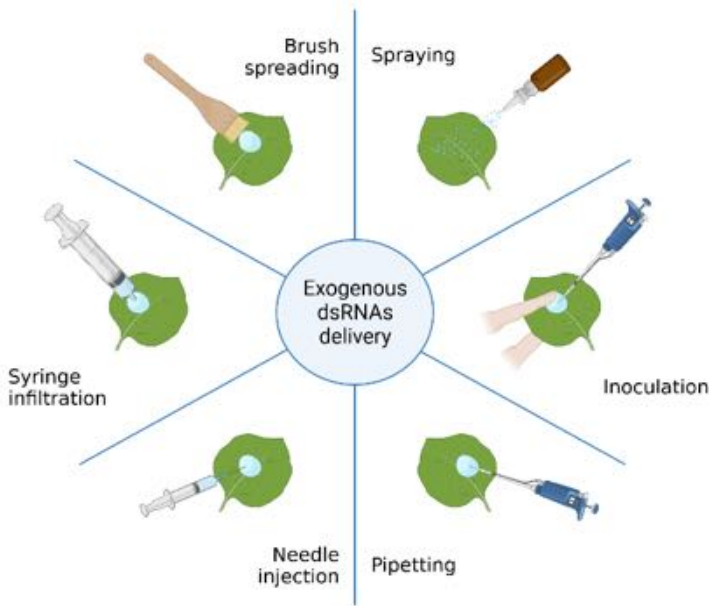
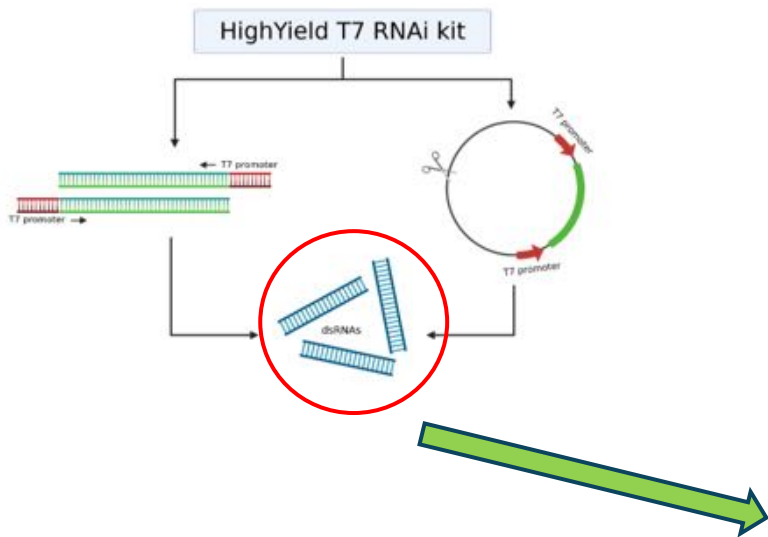
Acetolactate synthase
(ALS)



Inibitore dell'ALS
e.s. imazamox

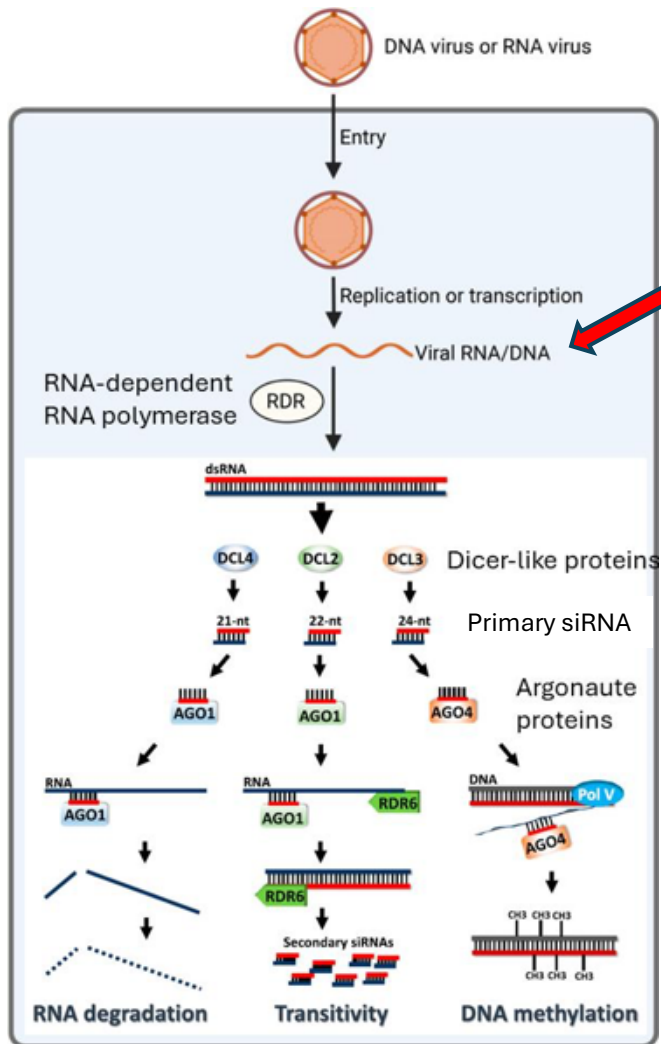


Sintesi di dsRNA in laboratorio

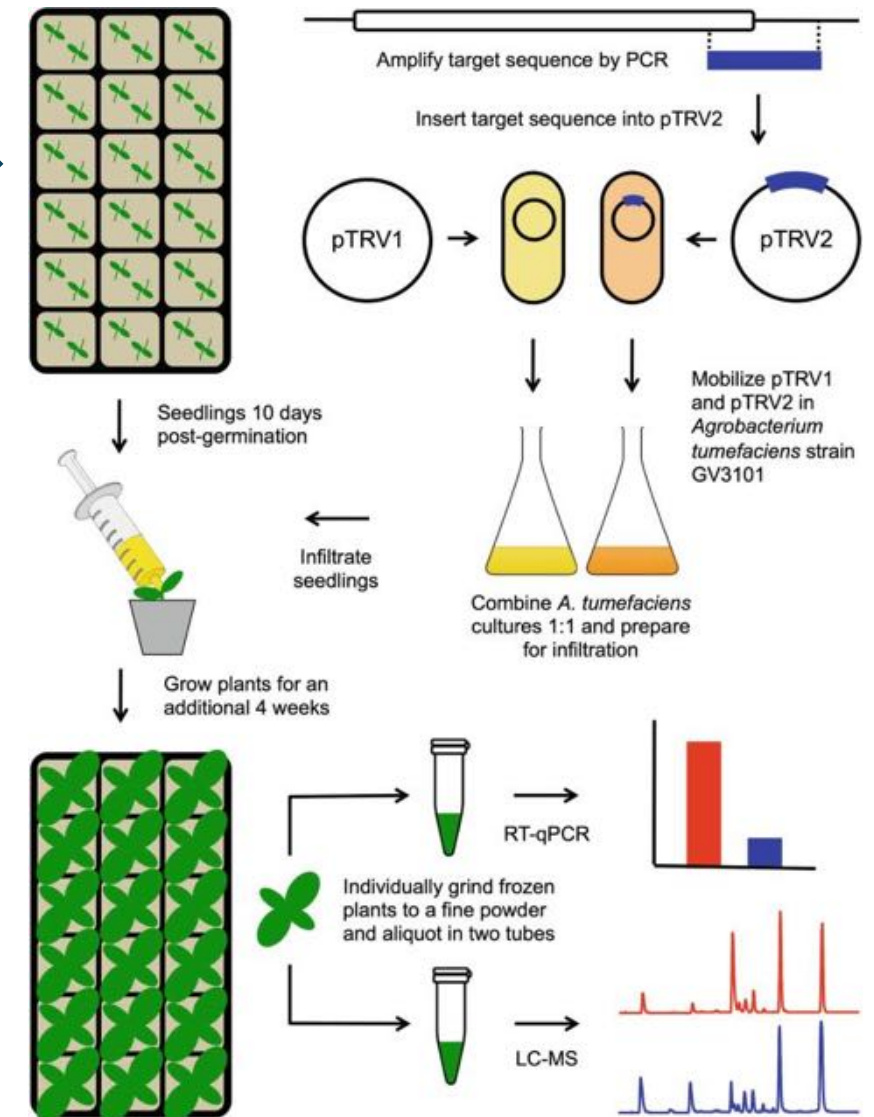


TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

...e la sua evoluzione (o involuzione)....



Uso di vettori virali per «silenziamento genico indotto dal virus» (VIGS)



TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

...e la sua evoluzione (o involuzione)....

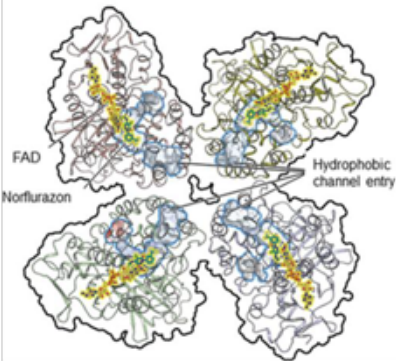
Amaranthus hybridus

I DON'T BRING BAD LUCK



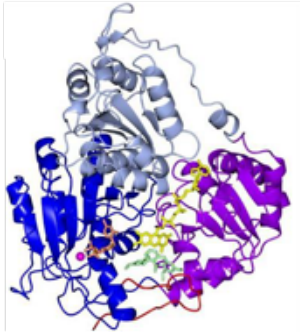
YOUR LIFE WAS ALREADY 💩

Nicotiana benthamiana



reporter gene
PDS (phytoene desaturase)

Solanum nigrum



herbicide target
ALS (acetolactate synthase)

	Ah	Nb	Sn
Infestante?	SI	NO	SI
Disponibilità genoma?	SI	SI	NO
Protocolli VIGS	NO	Si	SI



«undruggable» target
AXR6 (CUL1, cullin 1)

TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

...i primi risultati... a livello fenotipico...

Nicotiana benthamiana

PDS



PDS

Solanum nigrum



ALS



Amaranthus hybridus

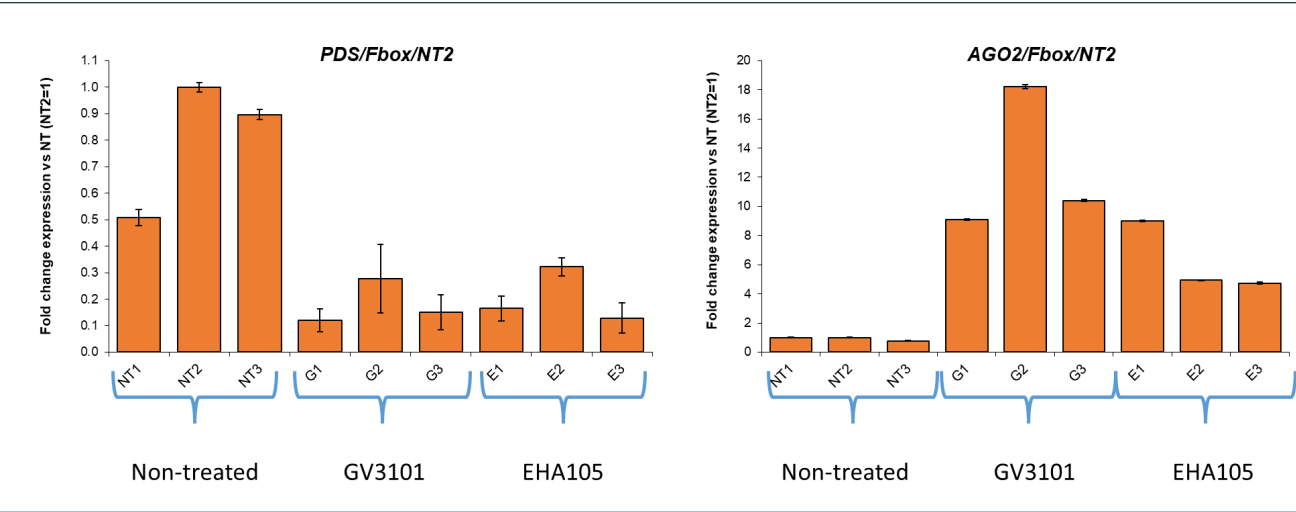


TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

...e a livello molecolare...

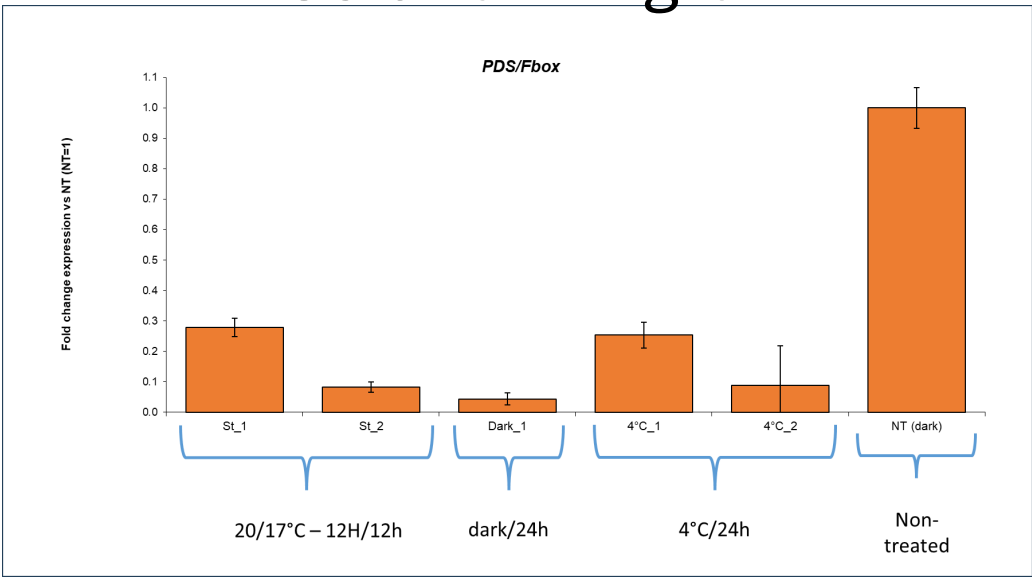
Nicotiana benthamiana

PDS

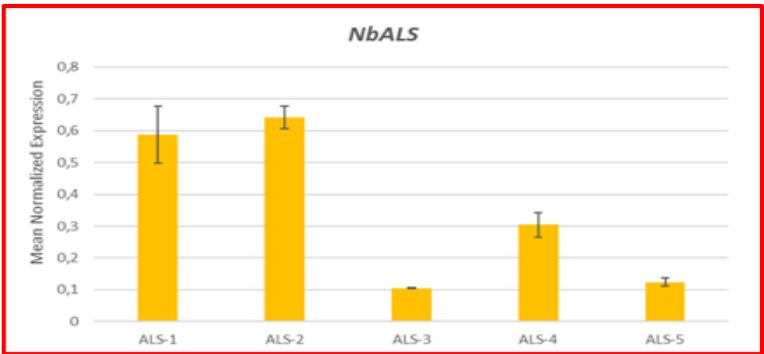
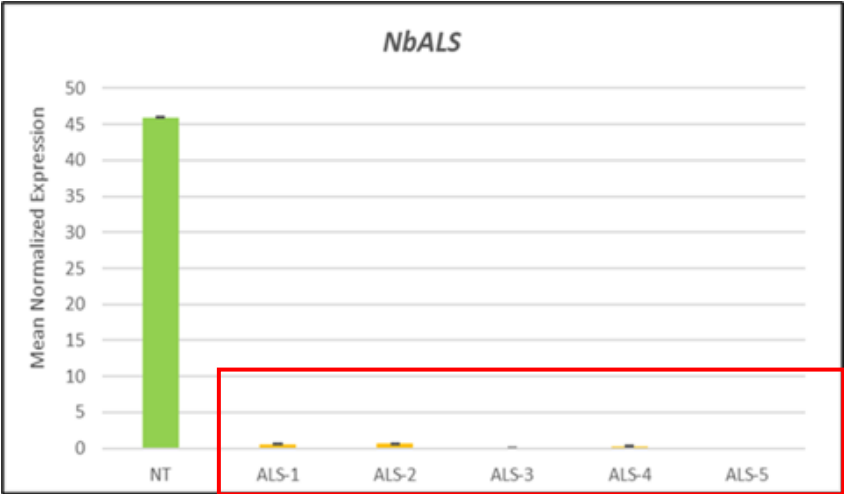


PDS

Solanum nigrum



ALS



TECNOLOGIA GENETICA: SVILUPPO DI UN BIOERBICIDA PER IL CONTROLLO NON CHIMICO DELLE INFESTANTI

...e il tentativo di passare alle infestanti del riso...

Echinochloa spp.

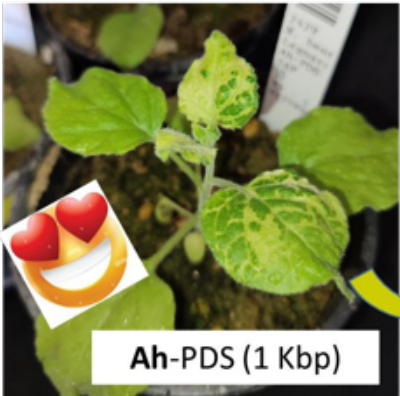


Oryza sativa var. *sylvatica*

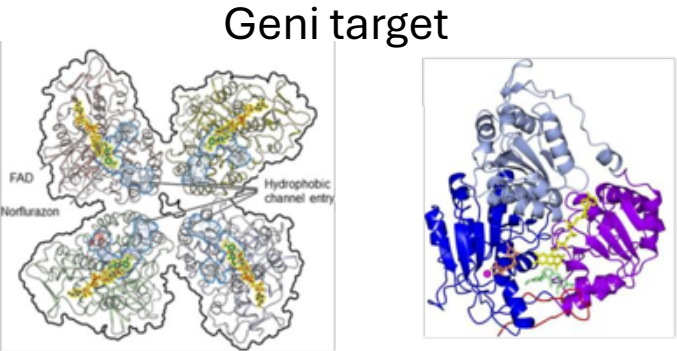


Differenti metodi di inoculazione

N. benthamiana "sap inoculation"



Ah-PDS (1 Kbp)



reporter gene	herbicide target
PDS (phytoene desaturase)	ALS (acetolactate synthase)

Differenti vettori VIGS

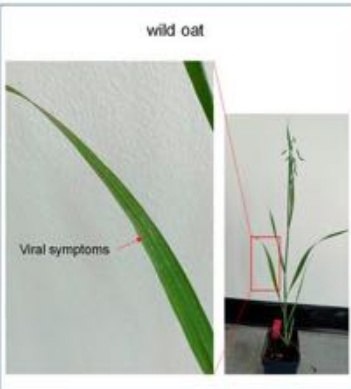
> *Virus Genes*. 2018 Aug;54(4):616-620. doi: 10.1007/s11262-018-1569-9. Epub 2018 May 11.

Barley stripe mosaic virus (BSMV) as a virus-induced gene silencing vector in maize seedlings

Sridhar Jarugula ^{1 2}, Kristen Willie ³, Lucy R Stewart ^{4 5}

BSMV-Mediated Assays for Oat Functional Genomics

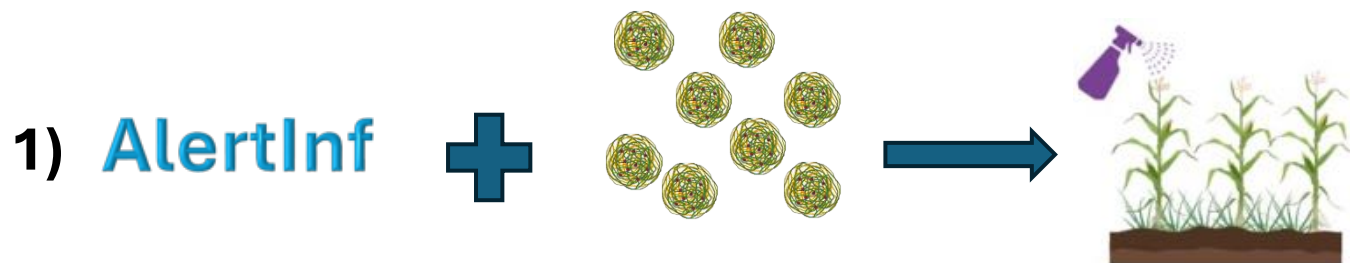
Emmanuel N. Annan, Barbara K. Keith, Akamjot Brar, William E. Dyer, Li Huang *



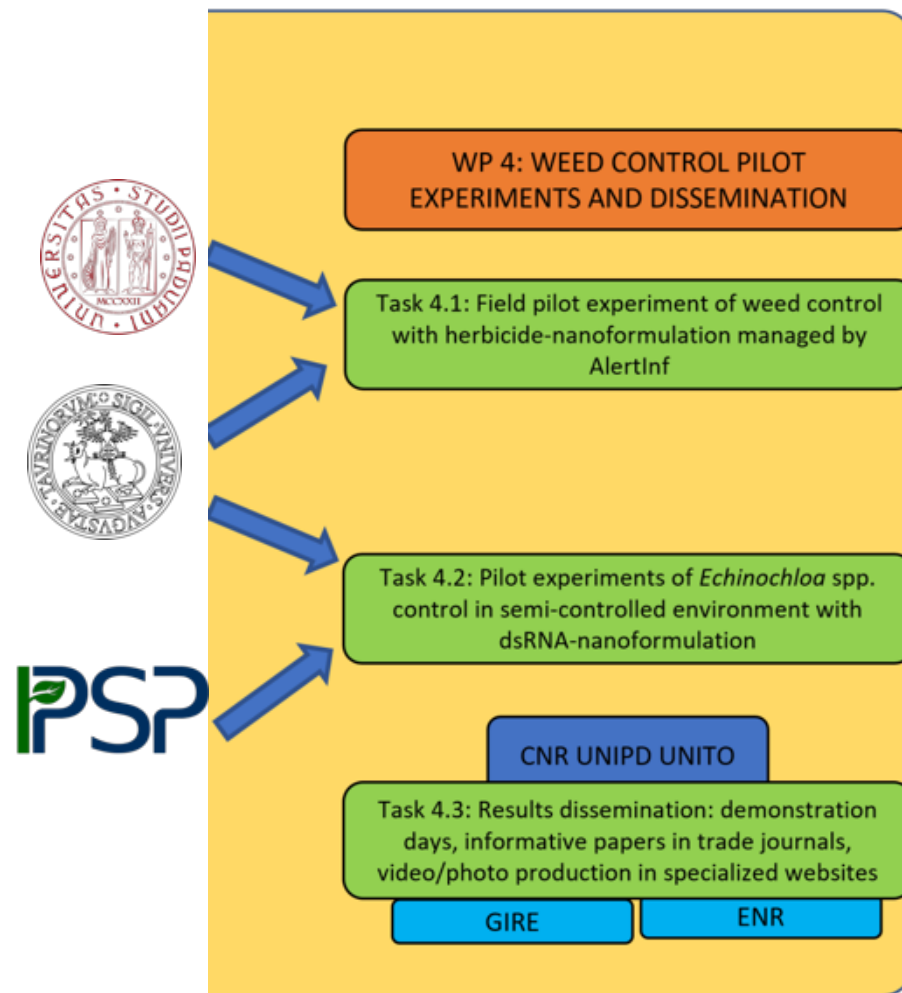
INTEGRAZIONE DELLE DIVERSE TECNOLOGIE PER UN CONTROLLO INNOVATIVO E SOSTENIBILE DELLE INFESTANTI

I primi tre WP porteranno a risultati a diversi livelli di maturità tecnologica (TRL), che saranno implementati per rendere disponibili alla comunità scientifica nuovi strumenti hi-tech per la gestione delle infestanti.

Scopo dell'ultima parte del progetto (e del post-progetto): integrare le diverse tecnologie e competenze sviluppate durante il progetto e fornire agli stakeholder un grado di fattibilità delle varie tecnologie.



Dimostrazione durante un open-day che si terrà all'ENR in settembre...



E' in corso la sintesi delle NP-dsRNA...

Cosa ci aspettiamo da questo progetto?

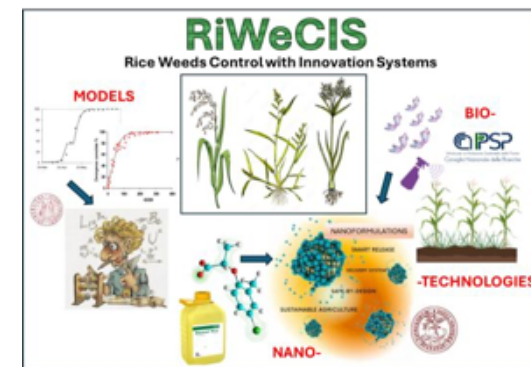
L'impatto del progetto RiWeCIS include la razionalizzazione dell'uso di erbicidi e lo sviluppo di nuove alternative per il controllo delle erbe infestanti nei sistemi risicoli con soluzioni specifiche a diversi livelli tecnologici.

L'**obiettivo generale** di RiWeCIS è

- migliorare l'uso delle tecnologie esistenti (ad esempio, modelli previsionali e applicazioni di erbicidi)
- svilupparne di innovative (ad esempio, strumenti non chimici mediati da dsRNA e nanoparticelle)

L'**impatto tecnologico** di RiWeCIS porterà allo sviluppo di due tecnologie all'avanguardia nel campo agricolo perseguendo l'obiettivo principale di preservare l'ambiente e salvaguardare la salute umana riducendo l'uso di erbicidi chimici.

La conseguenza sarà un **impatto economico** diretto con l'aumento della produttività e la riduzione dei costi di trattamento e indiretto con la possibilità di investimenti in nuove tecnologie tramite start-up o investimenti da parte di aziende private.



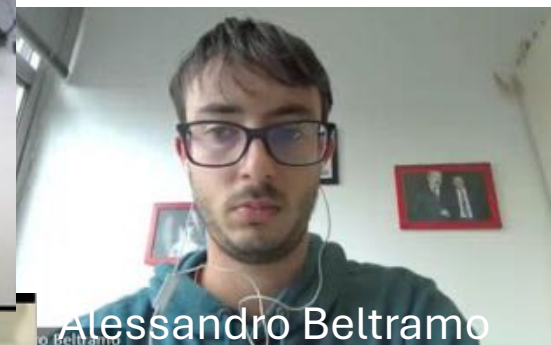
Silvia Panozzo



Andrea Milani



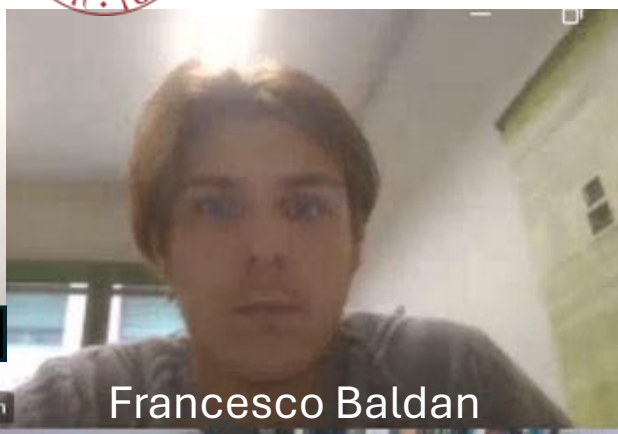
Silvia Fogliatto



Alessandro Beltramo



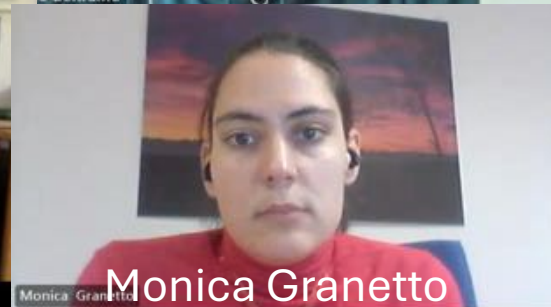
Roberta Masin



Francesco Baldan

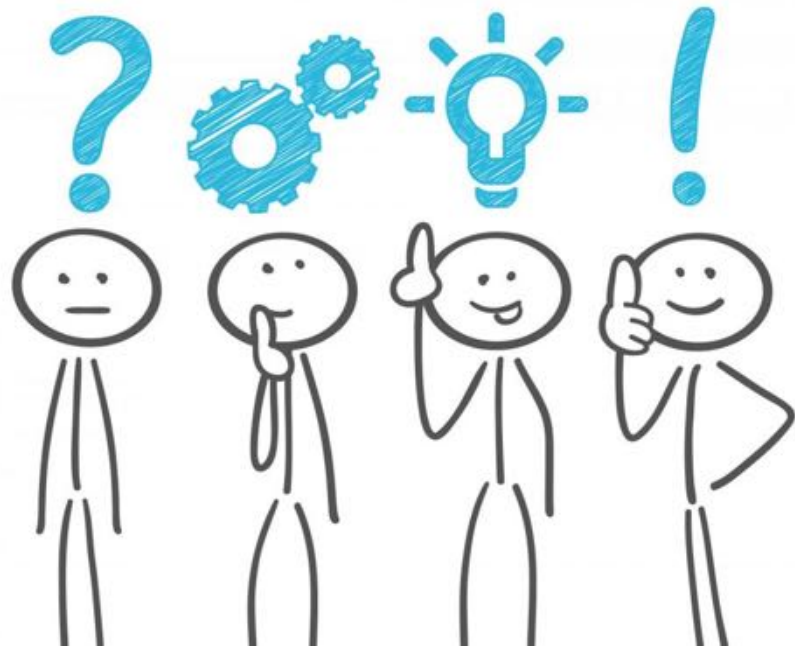
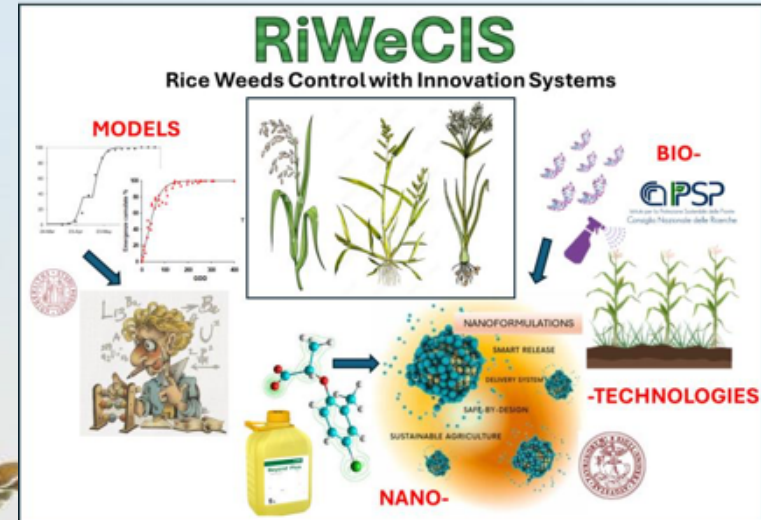


Francesco Vidotto



Monica Granetto





Grazie per
l'attenzione!

silvia.panozzo@cnr.it