

# La genetica molecolare adatta il riso al futuro: miglioramento genetico per la sostenibilità agro-ambientale e risposta ai cambiamenti climatici

Caterina Marè

CREA centro di ricerca Genomica e Bioinformatica



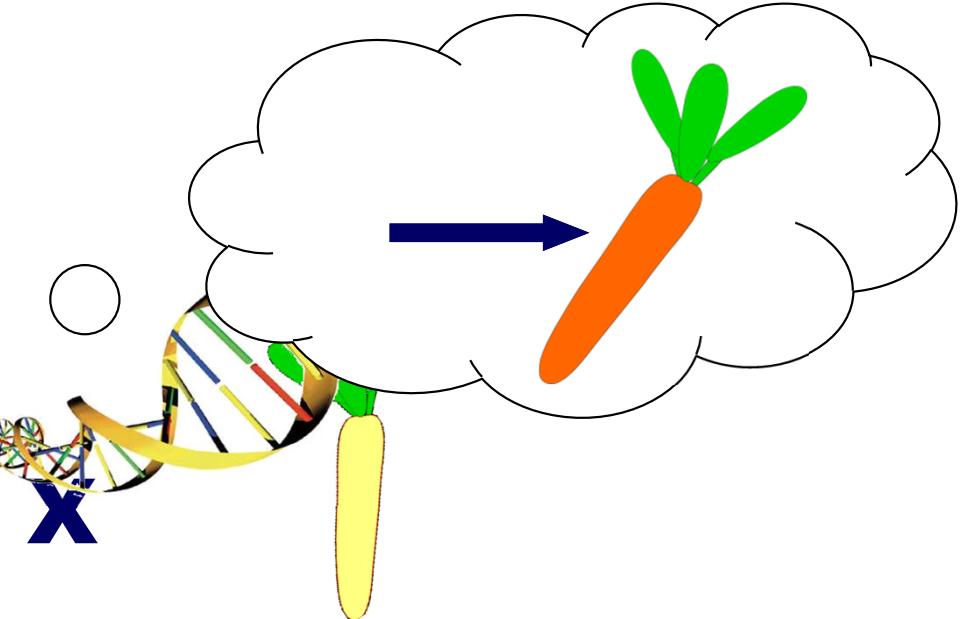
# Qualità tradizionale, piante “smart”

- La qualità del riso dipende dalle caratteristiche del seme (seme lavorato)
- La sostenibilità della coltura dipende dalle caratteristiche della pianta
  - Resistenza alle malattie
  - Adattamento alle nuove condizioni climatiche
- Pochi geni possono rendere la pianta di riso più “smart”

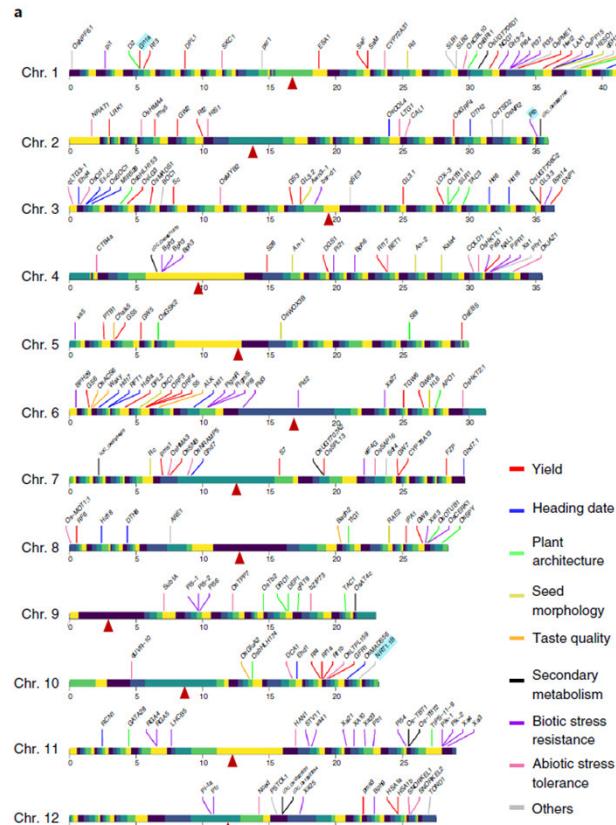


# Miglioramento genetico tradizionale *vs* Marker Assisted Selection (MAS)

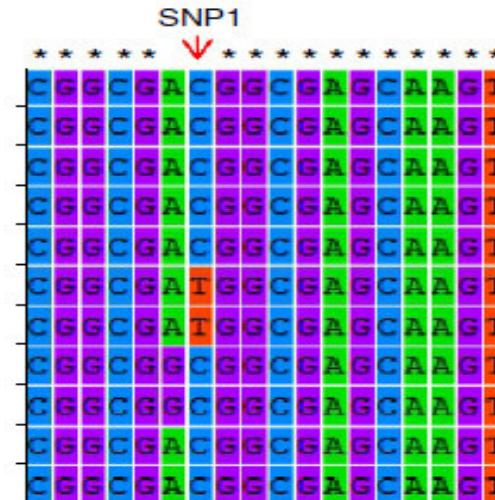
Progenie F2



# Marcatori molecolari disegnati per identificare i polimorfismi nelle sequenze dei geni

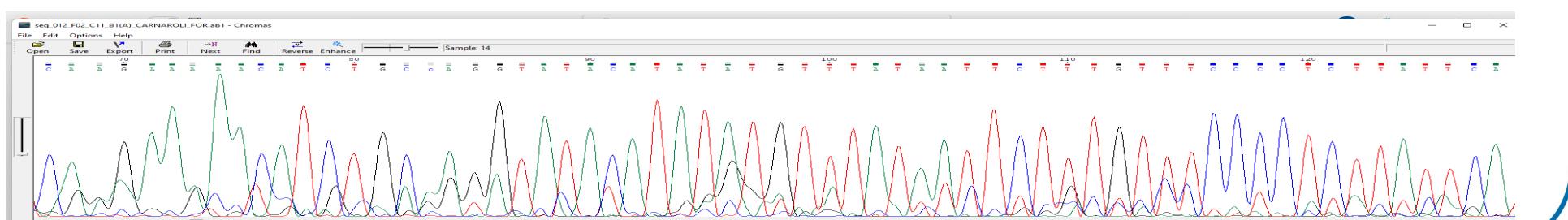


Wei et al., 2021: NATURE  
GENETICS VOL 53, 243-263



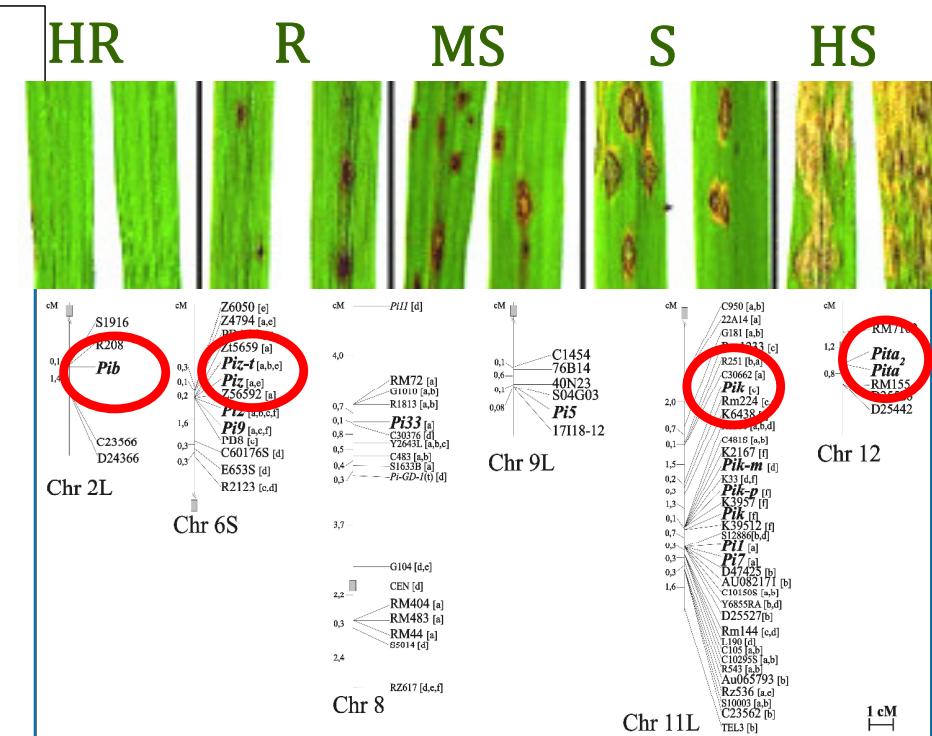
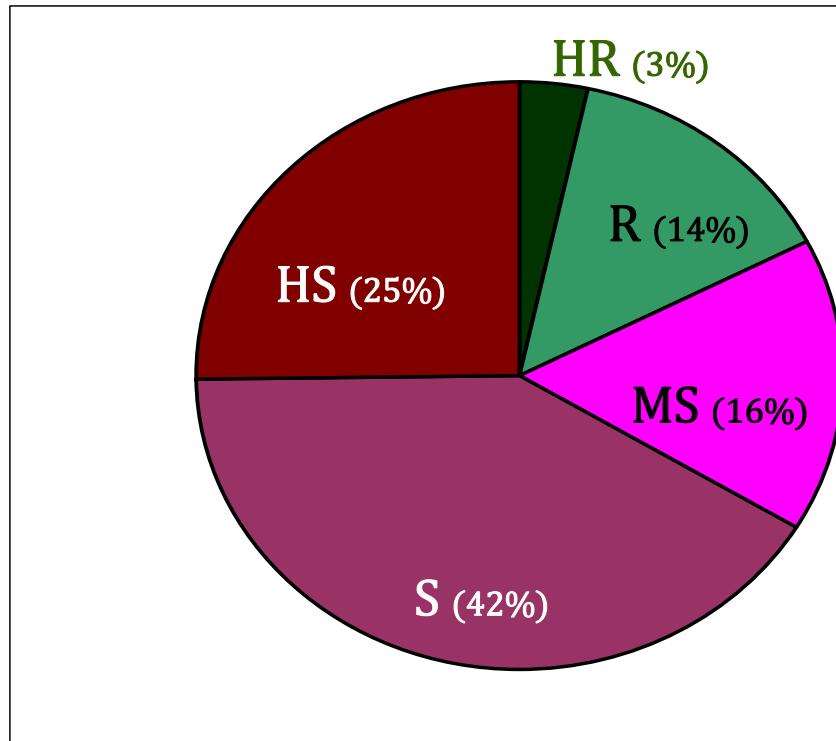
Single Nucleotide  
Polymorphism (SNP)

Sequenziamento del Genoma



# Uno o più geni rendono il riso resistente al brusone

Risposta a brusone in 180 varietà italiane (2011), il brusone è ancora un problema, soprattutto per le varietà storiche



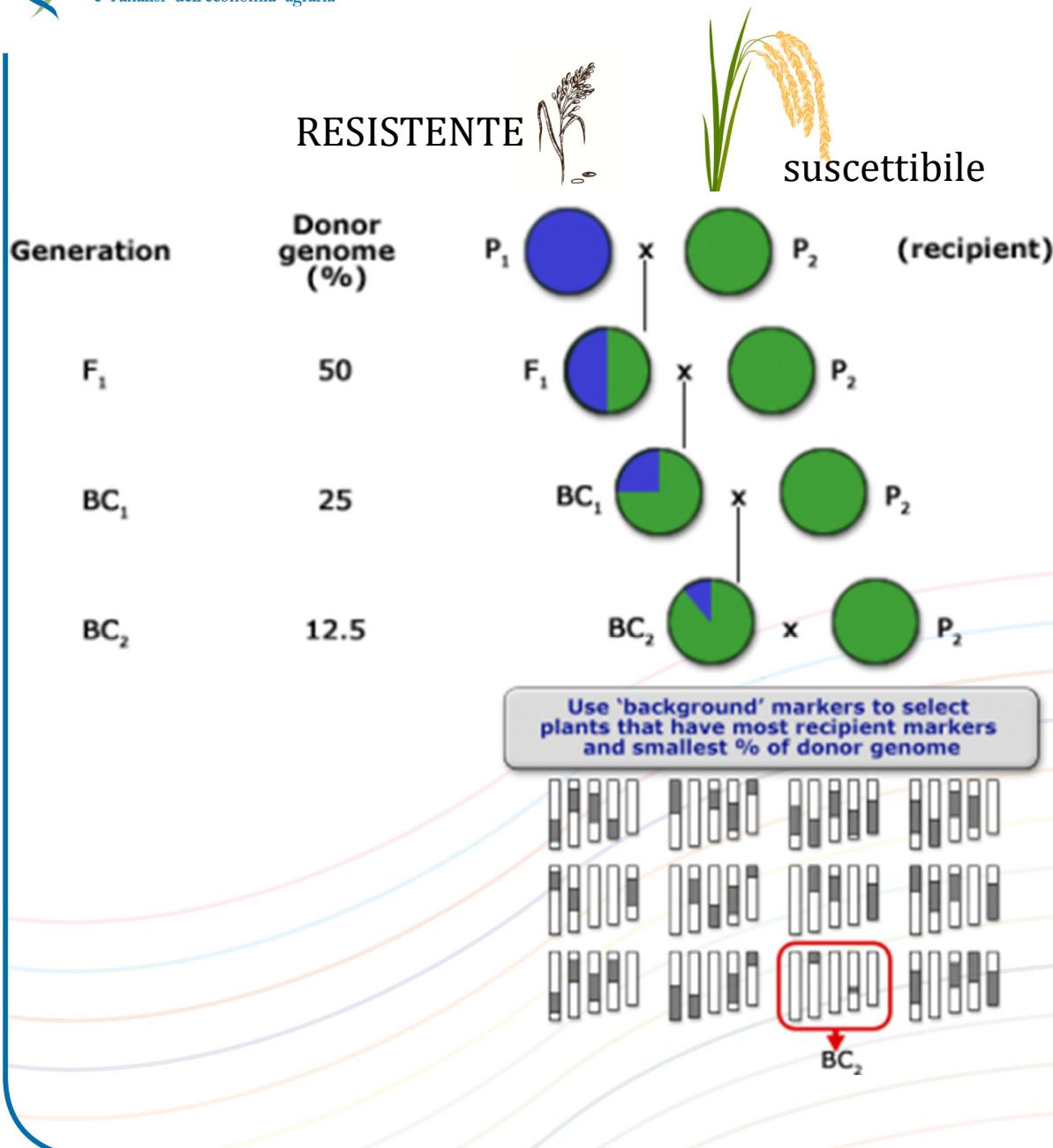
Article

## Marker-Assisted Pyramiding of Blast-Resistance Genes in a *japonica* Elite Rice Cultivar through Forward and Background Selection

Elisa Zampieri <sup>1,2,\*</sup>, Andrea Volante <sup>1,3</sup>, Caterina Marè <sup>4</sup>, Gabriele Orasen <sup>5</sup>, Francesca Desiderio <sup>4</sup>, Chiara Biselli <sup>6</sup>, Marco Canella <sup>1</sup>, Lorena Carmagnola <sup>1</sup>, Joëlle Milazzo <sup>7,8</sup>, Henri Adreit <sup>7,8</sup>, Didier Tharreau <sup>7,8</sup>, Nicolas Poncelet <sup>7,8</sup>, Patrizia Vaccino <sup>1</sup> and Giampiero Valè <sup>1,9,\*</sup>



# Un po di genetica: REINCROCI



# Un gene rende il riso tollerante al sale



Mare et al. Rice (2023) 16:2  
<https://doi.org/10.1186/s12284-023-00619-2>

## RESEARCH



Rice

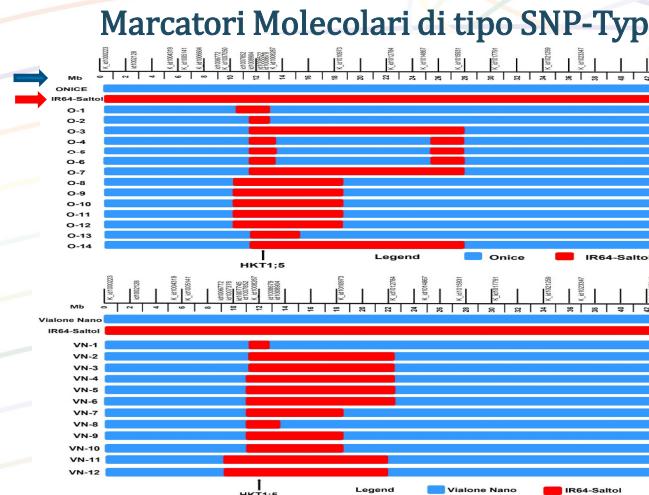
Open Access



## Marker-Assisted Introgression of the Salinity Tolerance Locus *Saltol* in Temperate Japonica Rice

Caterina Mare<sup>1\*</sup>, Elisa Zampieri<sup>2,3</sup>, Viviana Cavallaro<sup>4</sup>, Julien Frouin<sup>5,6</sup>, Cécile Grenier<sup>5,6</sup>, Brigitte Courtois<sup>5,6</sup>, Laurent Brottier<sup>5,6</sup>, Gianni Tacconi<sup>1</sup>, Franca Finocchiaro<sup>1</sup>, Xavier Serrat<sup>7</sup>, Salvador Nogués<sup>8</sup>, Mireia Bundó<sup>8</sup>, Blanca San Segundo<sup>8,9</sup>, Noemí Negrini<sup>4</sup>, Michele Pesenti<sup>4</sup>, Gian Attilio Sacchi<sup>4</sup>, Giacomo Gavina<sup>10</sup>, Riccardo Bovina<sup>10</sup>, Stefano Monaco<sup>2,11</sup>, Alessandro Tondelli<sup>11</sup>, Luigi Cattivelli<sup>1</sup> and Giampiero Valè<sup>12\*</sup>

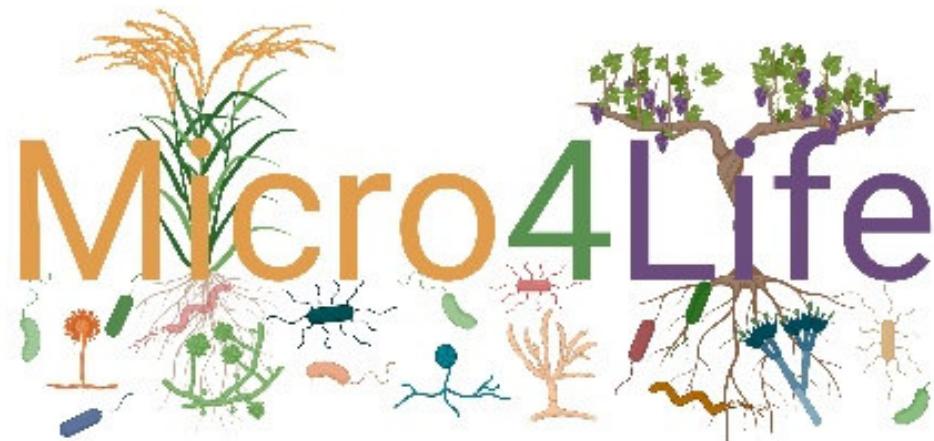
Linee di VN e ON con 1-5% di DNA  
di IR64 comprendente il gene *SalToL*



Tollerante alla salinità e media resistenza al brusone

**PROBLEMA:** la riduzione della portata dei fiumi in estate determina un cuneo salino (movimento di acqua dal mare verso l'entroterra attraverso il sottosuolo)

**SOLUZIONE GENETICA:** in riso è nota una varietà (IR64) dotata di resistenza al sale, determinata da un gene chiamato *SalToL* (Ren et al., Nature Genetics 2005)



# Come sfruttare il potenziale inesplorato del suolo?

PROGETTO "MICRO4LIFE" 2022-2903

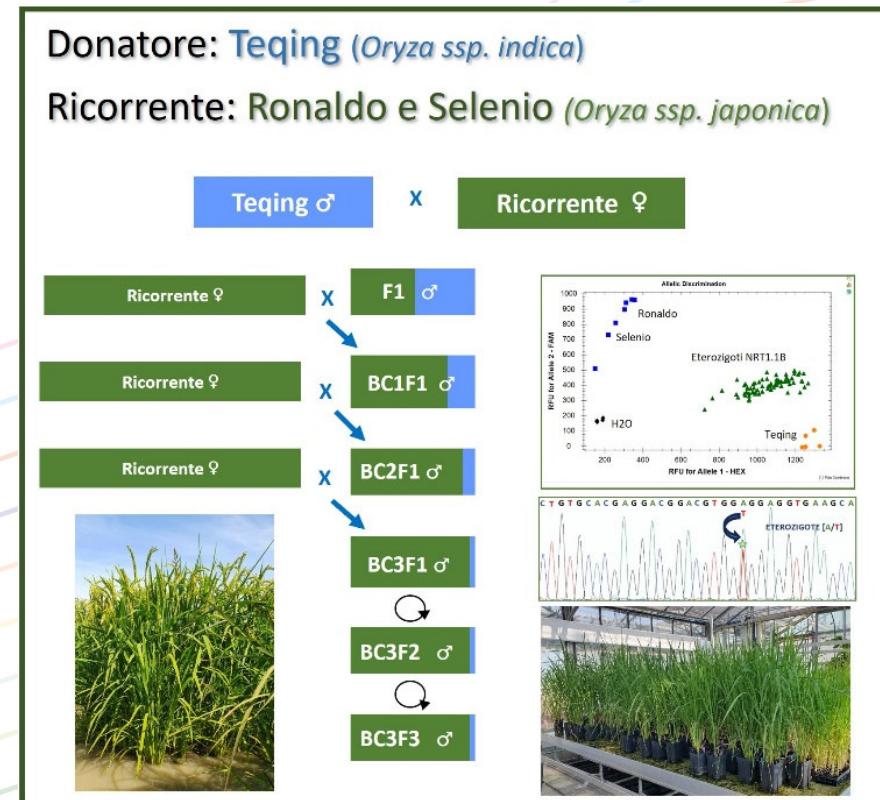


Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

## Sviluppo di materiali genetici per lo studio dell'associazione pianta-microbiota per incrementare la sostenibilità in riso

- Il gene **NRT1.1B** codifica un trasportatore della sostanza azotata aumentando l'efficienza dell'utilizzo dei composti azotati (NUE)
- Favorisce l'insediamento del microbiota radicale che migliora i processi di ammonificazione

Nelle varietà della *ssp. indica* il gene è attivo mentre in *ssp. japonica* le varietà portano una versione mutata (non funzionale) del gene



Schema di backcross assistito da marcatori molecolari (MABC) e immagine della sequenza di DNA del gene *NRT1.1B* nelle progenie eterozigoti e selezione della progenie BC per l'allele efficace *NRT1.1B* con marcatori molecolari SNP-Type

## Embryo Rescue (ER)



FONDAZIONI IN RETE  
PER LA RICERCA  
AGROALIMENTARE

Embryo rescue (ER) è una tecnica *in vitro* per ridurre il tempo tra le generazioni di BC. Le piante si rigenerano dall'embrione sviluppato a 15 giorni dall'incrocio. Le piantine crescono *in vitro* in 7 giorni e sono pronte da trasferire in pot per essere genotipizzate per la presenza degli alleli di interesse.

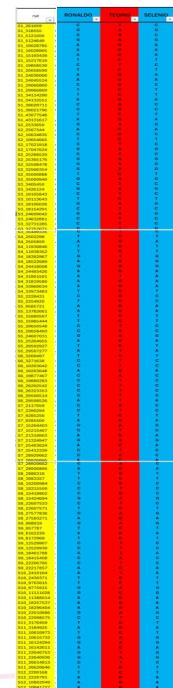


# Selezione delle linee con maggior % del genoma del parentale ricorrente

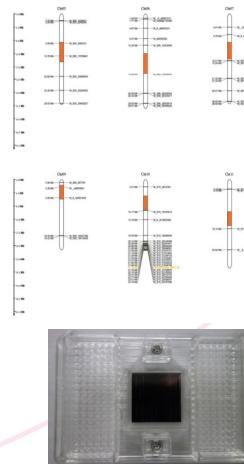
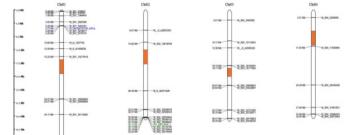


FONDAZIONI IN RETE  
PER LA RICERCA  
AGROALIMENTARE

## Marcatori SNP-type polimorfici

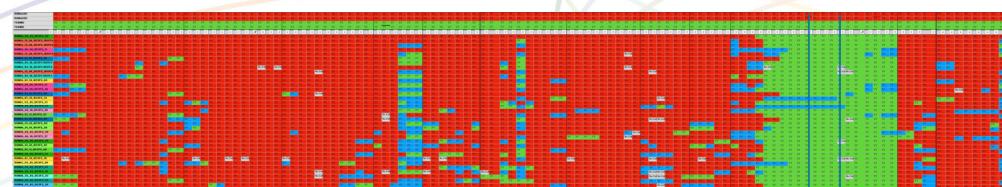
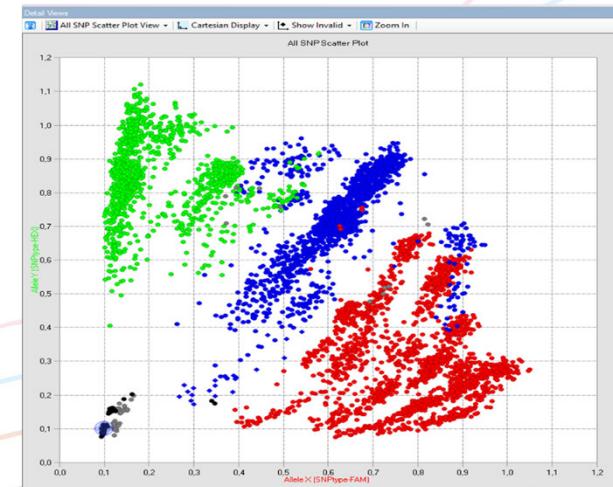


## Distribuzione di mappa



Regione di DNA introgressa 3Mb  
0,7 % sul genoma totale (450 Mb)

Genotyping di 190 ILs con marcatori SNP-Type allele specifici tramite piattaforma Biomark HD - RealTime PCR based (StandardBioTools)



Le BEST ILs BC3F3 linee saranno fenotipizzate  
in condizioni controllate e in campo nel 2026



Rappresentazione dell'associazione favorevole pianta-microbiota radicale. Schema di attività di fenotipizzazione mediante inoculi batterici «endofiti» che grazie alla loro associazione positiva con le radici promuovono la crescita in riso (i disegni della figura sono realizzati con BioRender, software per illustrazioni scientifiche)



## INOCULI

**PARAMETRI MORFOLOGICI/FENOLOGICI**

**PARAMETRI DI PRODUZIONE**

**PARAMETRI FISIOLOGICI**

**PARAMETRI MOLECOLARI**

Batteri del microbiota «Plant Growth-promoting Bacteria» (PGPB)

SynComs = Synthetic microbial communities

Altezza della pianta, data di fioritura e maturazione, tillering

Numero di semi per pianta e peso dei semi

Contenuto di clorofille e floavonoidi, Water Use Efficiency (WUE) e Nitrogen Use Efficiency (NUE) a diversa disponibilità di azoto e di stress idrico in prove di campo

Analisi dell'espressione genica per geni coinvolti nei meccanismi molecolari per la risposta a stress idrico e ossidativo

## Work Package 2: Increasing rice aptitude to associate with beneficial microbiota



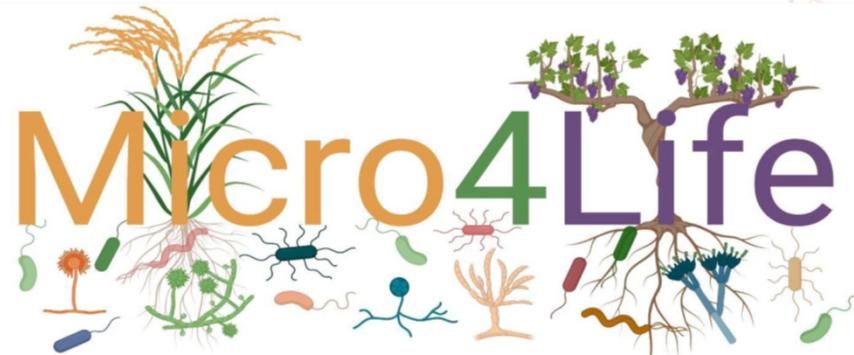
- ✓ Caterina Marè, Franca Finocchiaro, Daniela Palma, Marianna Pasquariello, Alice Povesi, Luigi Cattivelli, Agostino Fricano (CREA-GB Genomica e Bioinformatica, Fiorenzuola)
- ✓ Stefano Monaco, Carmela A. Migliori, Grazia Federica Bencresciuto (CREA-IT Ingegneria e Trasformazioni Agro-alimentare, Torino)



Giampiero Valè, Erica Mica, Giorgia Siviero, Francesca Juretich (Università Piemonte Orientale, Department for Sustainable Development and Ecological Transition (DiSSTE), Vercelli)



Carmelina Bianco (Istituto Bioscienze e BioRisorse (IBBR), Napoli)  
Elisa Zampieri (Istituto Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Torino)



Coordinatrice: Raffaella Maria Balestrini

PROGETTO "MICRO4LIFE" 2022-2903





Micro4Life è sostenuto da Ager-Agroalimentare e ricerca che è un'associazione di Fondazioni di origine bancaria a scopo filantropico- finanziamento progetto: Grant 2022-2903



**Ager - Agroalimentare e ricerca**  
Ager è un'Associazione Temporanea di Scopo nata nel 2008 ordinanza della Commissione Ricerca di Acri, che rappresenta le Fondazioni di origine bancaria e le Casse di Risparmio Spa.  
Sarà il progetto europeo **condotto da diciotto Fondazioni di origine bancaria** che uniscono risorse e obiettivi per sostenere progetti di ricerca scientifica, iniziative di formazione e trasferimento delle innovazioni nel campo agroalimentare.

Poniamo al centro della nostra attività **la food safety e la food security delle produzioni italiane**, per garantire un'alimentazione sana, sicura e sostenibile.

Puntiamo a scoprire tecnologie innovative in grado di migliorare i **processi produttivi delle filiere agricole** e creare nuove opportunità di sviluppo per i territori e l'intero comparto agroalimentare.

Favoriamo la transizione dell'agroalimentare italiano **verso sostenibilità e sviluppo resiliente**, in linea con il Green Deal europeo e gli obiettivi dell'Agenda 2030, affinché diventi un motore di crescita per i territori.

Soddisfiamo i **tabù bisogni di ricerca, formazione e innovazione** grazie a una puntuale raccolta di dati e informazioni e con il supporto scientifico di esperti, attori della filiera agroalimentare e istituzioni.

Assegniamo le nostre risorse attraverso **bandi pubblici** e sottponiamo i progetti di ricerca alla valutazione di esperti internazionali indipendenti, applicando il metodo di peer review, a garanzia dell'alto livello qualitativo delle ricerche e della massima trasparenza.

Promoviamo la condizione dei risultati attraverso iniziative di **public engagement** con stakeholders e consumatori, facilitando la costituzione di community e creando un ponte tra chi fa ricerca e innovazione e chi la deve applicare.

**PROGETTO "MICRO4LIFE" 2022-2903**



**AGER PROMUOVE E SOSTIENE LA RICERCA SCIENTIFICA NELL'AGROALIMENTARE ITALIANO**

Ager (Agroalimentare e ricerca) è un **progetto di collaborazione tra Fondazioni di origine bancaria** unite per promuovere e sostenere la ricerca scientifica nell'agroalimentare italiano.

Ager mette al centro della ricerca le produzioni italiane d'eccellenza, puntando al **miglioramento dei processi** e allo **sviluppo di tecnologie d'avanguardia**.

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**  
Ager partecipa al raggiungimento degli **SDGs**, i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile previsti dall'Agenda 2030

## RISORSE A SOSTEGNO DI AGER



A wide-angle photograph of a rice field. The foreground shows rice plants with long, thin, yellowish-green leaves and clusters of small, round, tan grains. Behind them, a dense wall of rice plants with reddish-brown, elongated leaves stretches across the middle ground. The background consists of more rice fields and some distant buildings under a clear sky.

**Pochi geni possono  
ridisegnare la pianta di  
riso e renderla sostenibile,  
senza cambiare la qualità  
tradizionale**

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE!**