UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

REGIONE LAZIO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI

CARATTERIZZAZIONE DELLA FISIOLOGIA E DEL MICROBIOMA DI PIANTE DI KIWI AFFETTE DA MORIA NEL LAZIO

Moria del kiwi: dall'emergenza alla gestione sostenibile

15/09/2026

Biblioteca scientifica - Università di Udine

G.M. Balestra, A. Cardacino, C. Miccoli, M. Casuscelli, D. Schiavi



DECIFRARE LA MORIA DELL'ACTINIDIA ATTRAVERSO UN APPROCCIO INTEGRATO

EZIOLOGIA MULTIFATTORIALE: IL RUOLO DELLA DISBIOSI MICROBICA

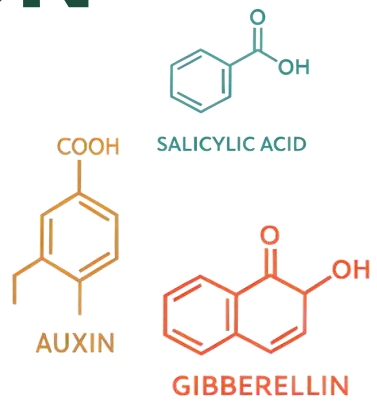
Piante asintomatiche	Piante KVDS
Comunità microbica → Diversificata e bilanciata	Comunità microbica → Ristrutturata e meno equilibrata
Taxa dominanti: *Bacillus, Streptomyces, Rhizobium*	Taxa dominanti: *Ganoderma, Fusarium, Pseudomonas, Bradyrhizobium*
Funzionalità microbica → Ciclo dei nutrienti attivo	Alterazione funzionale → Proliferazione di opportunisti e perdita di taxa benefici

IMPATTO DELLA MORIA NEL LAZIO



- Superficie regionale: Secondo i dati Istat, il Lazio è la prima regione italiana per la produzione di kiwi con 9.500 ettari dedicati rappresenta circa il 33% della superficie e della produzione nazionale.
- Superficie colpita da Moria: nella provincia di Latina oltre 4.000 ettari hanno manifestato sintomi gravi o sono stati completamente compromessi, con picchi di danno superiori al 40% delle superfici aziendali.

DECIFRARE LA MORIA ATTRAVERSO UN APPROCCIO INTEGRATO



STATO FISIOLOGICO E RISPOSTA DELLA PIANTA

01 – RISPOSTA DI DIFESA

Espressione dei geni coinvolti nella risposta di difesa e nell'interazione con il patogeno

02 – REGOLAZIONE ORMONALE

Alterazioni delle dinamiche ormonali associate allo stato sintomatico e alla capacità di adattamento della pianta

INSIEME, QUESTI PARAMETRI PERMETTONO DI DEFINIRE LO STATO FISIOLOGICO E LA RISPOSTA ADATTATIVA DELLA PIANTA ALLA KVDS

RESILIENZA E FUNZIONALITÀ DEL SUOLO

01 – *F. CARICA* FAVORISCE LA RESILIENZA DEL MICROBIOMA DEL SUOLO

F. carica mostra tolleranza ai suoli affetti da KVDS e promuove il ripristino della loro funzionalità microbica

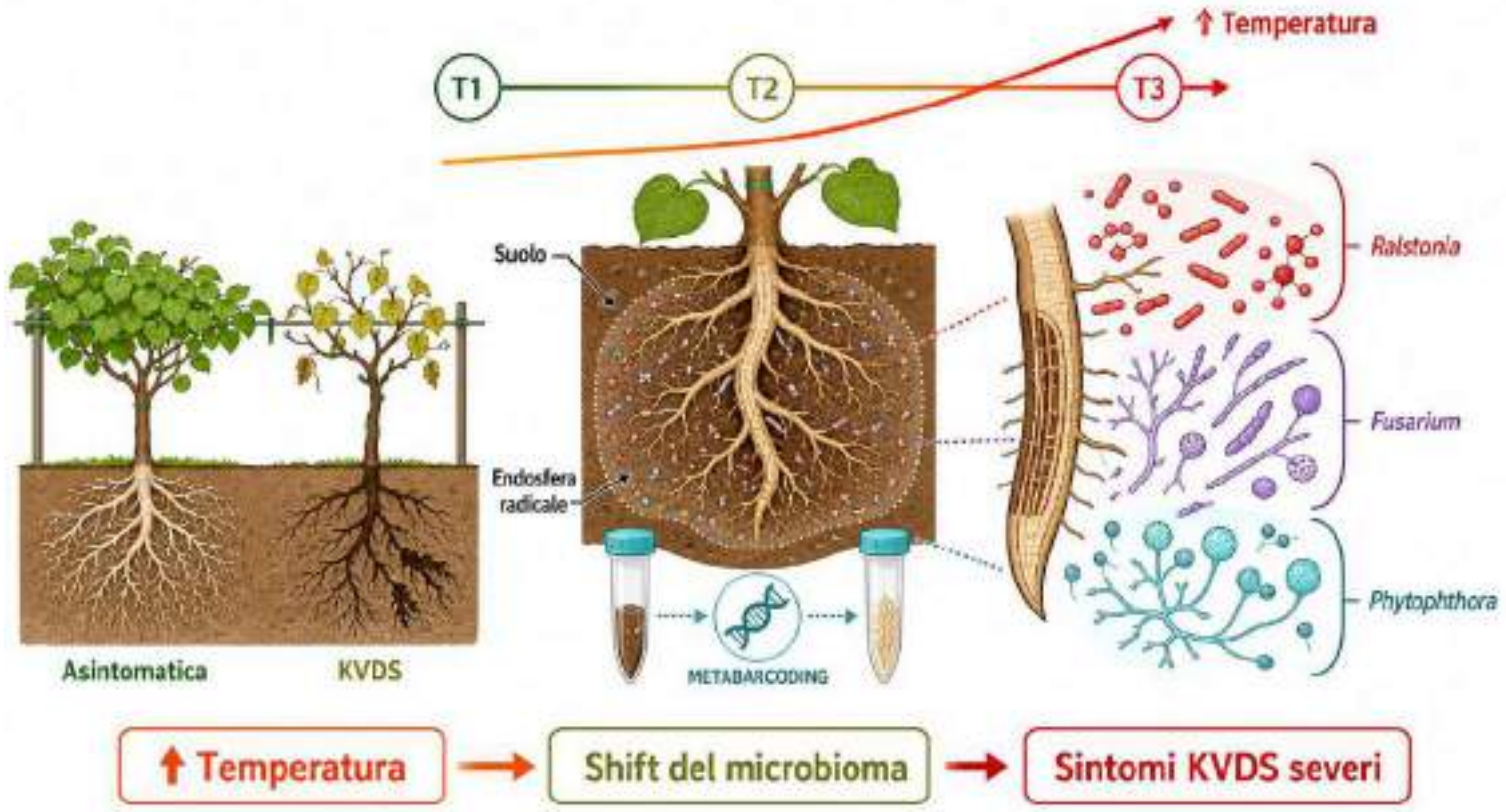
02 – L'IDENTITÀ DELL'OSPITE MODULA LA COMUNITÀ FUNGINA DEL SUOLO

La pianta ospite determina la struttura della comunità fungina nei suoli colpiti da KVDS

EZIOLOGIA MULTIFATTORIALE: IL RUOLO DELLA DISBIOSI MICROBICA

IL MICROBIOMA SI RIMODELLA NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA

- **Sito sperimentale:** Cisterna di Latina (LT)
- **Disegno sperimentale:** confronto tra piante asintomatiche e piante sintomatiche
- **Campionamento:** tre time point durante la stagione vegetativa (T1, ripresa vegetativa – T2, fioritura –T3, allegagione)
- **Matrici analizzate:** suolo e endosfera radicale
- **Analisi:** metabarcoding delle comunità batteriche, fungine e di oomiceti



L'aumento della temperatura stagionale si associa a un marcato shift del microbioma di suolo e radici, accompagnando la progressione dei sintomi di Moria

Seasonal dynamics of kiwifruit microbiome: A case study in a KVDS-affected orchard. Cardacino A., Turco S., Balestra G.M.. **(2025)**, Microbiol Res. doi: 10.1016/j.micres.2024.128044

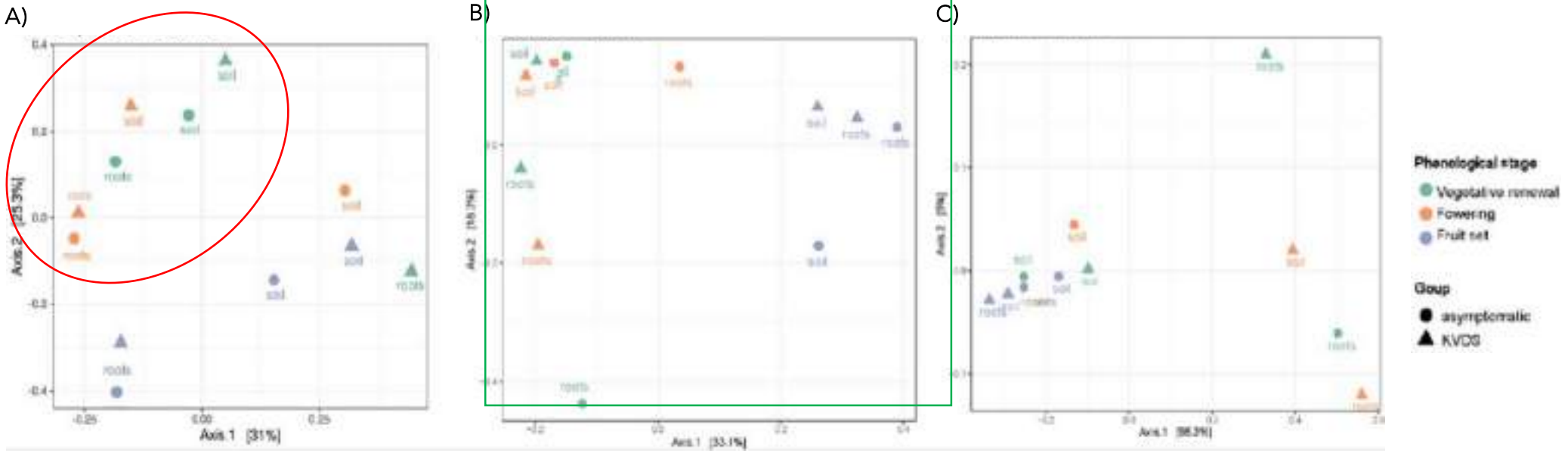
IL MICROBIOMA SI RIMODELLA NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA

Seasonal dynamics of kiwifruit microbiome: A case study in a KVDS-affected orchard. Cardacino A., Turco S., Balestra G.M.. (2025), Microbiol Res. doi: 10.1016/j.micres.2024.128044

La composizione delle comunità microbiche differisce tra piante asintomatiche e con Moria e varia con la fase fenologica

La struttura delle comunità batteriche mostra una marcata sovrapposizione tra piante asintomatiche e con Moria durante la ripresa vegetativa e la fioritura, con una significativa differenziazione all'allegagione.

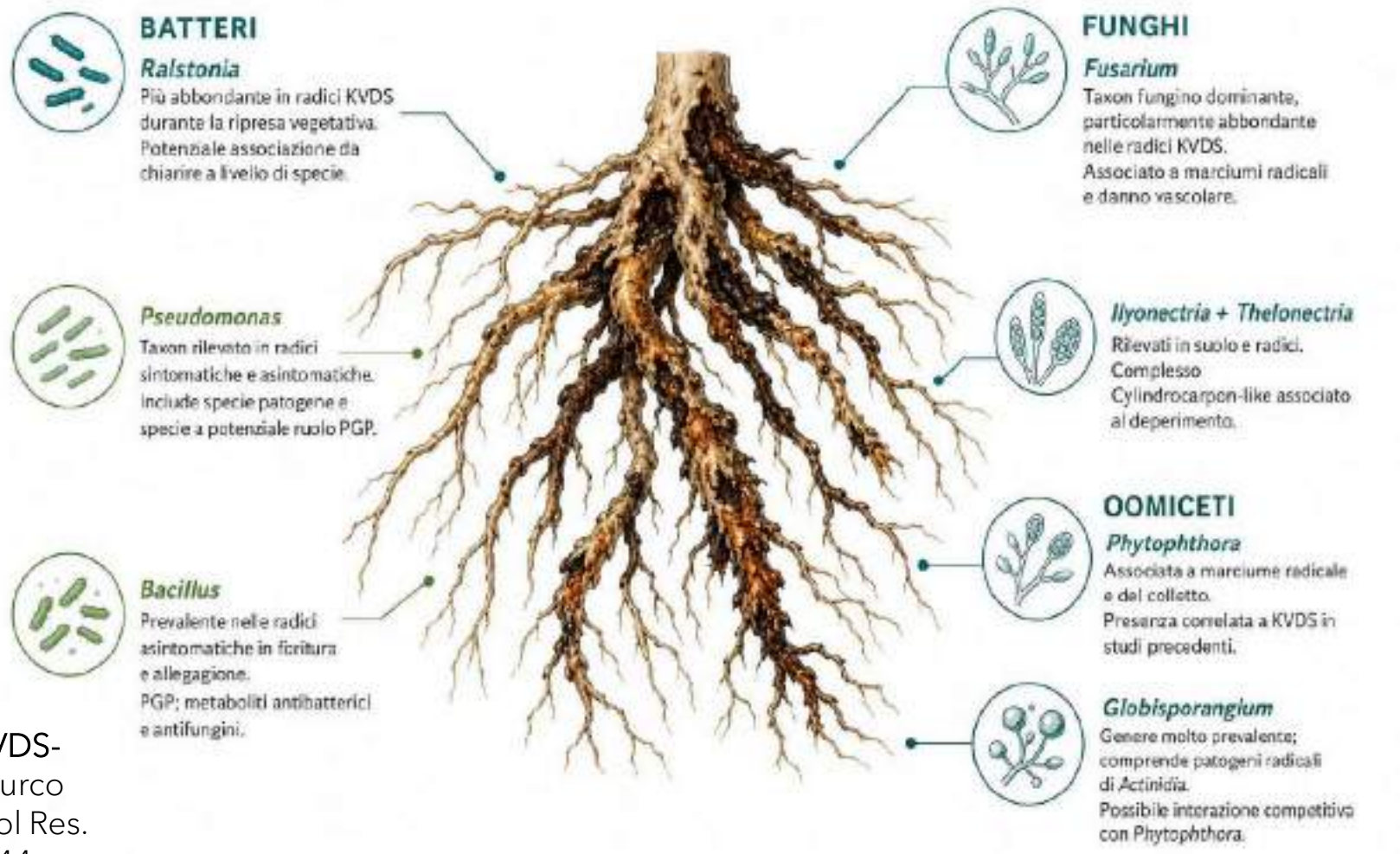
La struttura delle comunità fungine varia significativamente tra le fasi fenologiche



Analisi delle Coordinate Principali (PCoA) basata sulla similarità di Bray–Curtis della struttura delle comunità batteriche (A), fungine (B) e di oomiceti (C), definite sulla base degli ASV, nei campioni asintomatici (cerchi) e con Moria (triangoli) in diverse fasi fenologiche (verde = ripresa vegetativa; arancione = fioritura; violetto = allegagione)

IL MICROBIOMA SI RIMODELLA NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA

La composizione delle comunità microbiche differisce tra piante asintomatiche e con Moria e varia con la fase fenologica

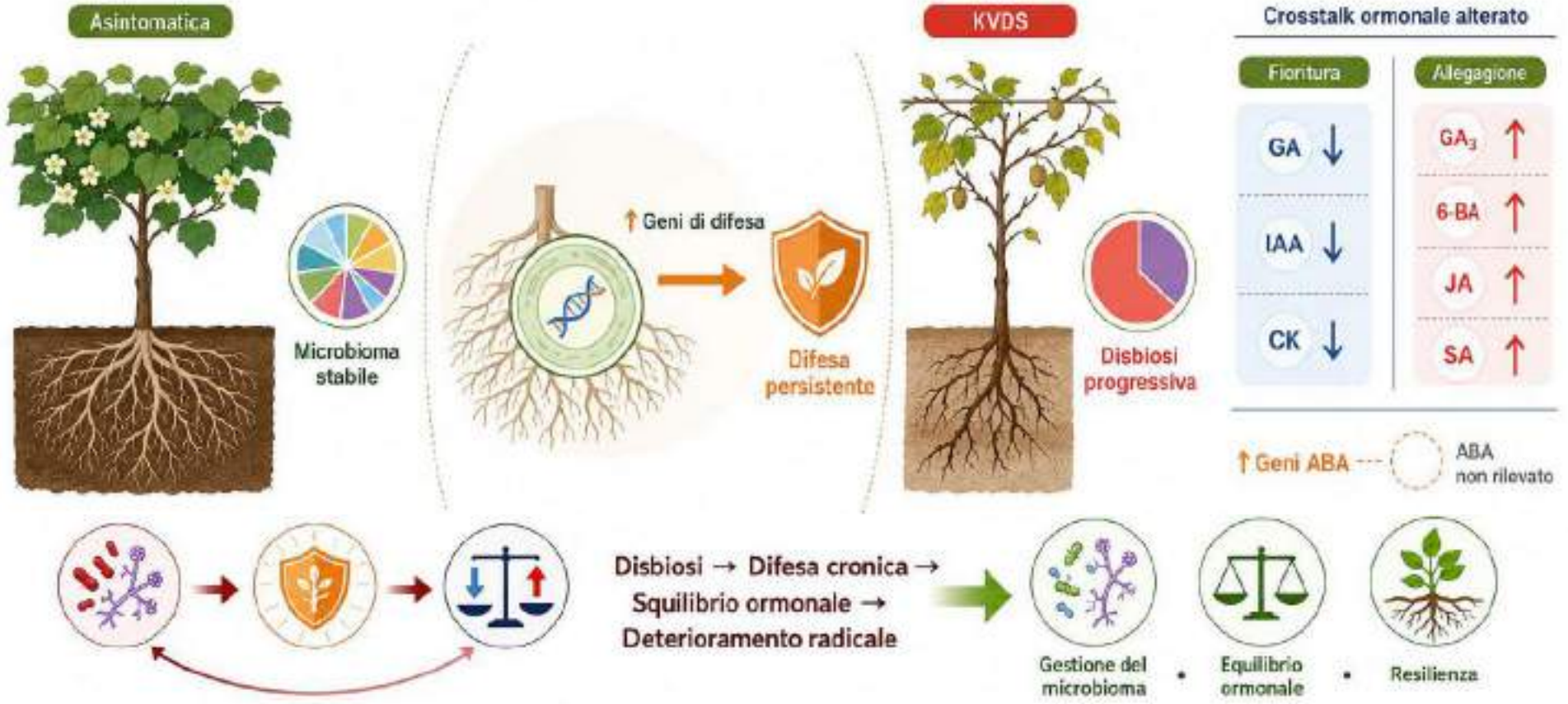


Seasonal dynamics of kiwifruit microbiome: A case study in a KVDS-affected orchard. Cardacino A., Turco S., Balestra G.M.. (2025), Microbiol Res. doi: 10.1016/j.micres.2024.128044

STATO FISIOLOGICO E RISPOSTA DELLA PIANTA

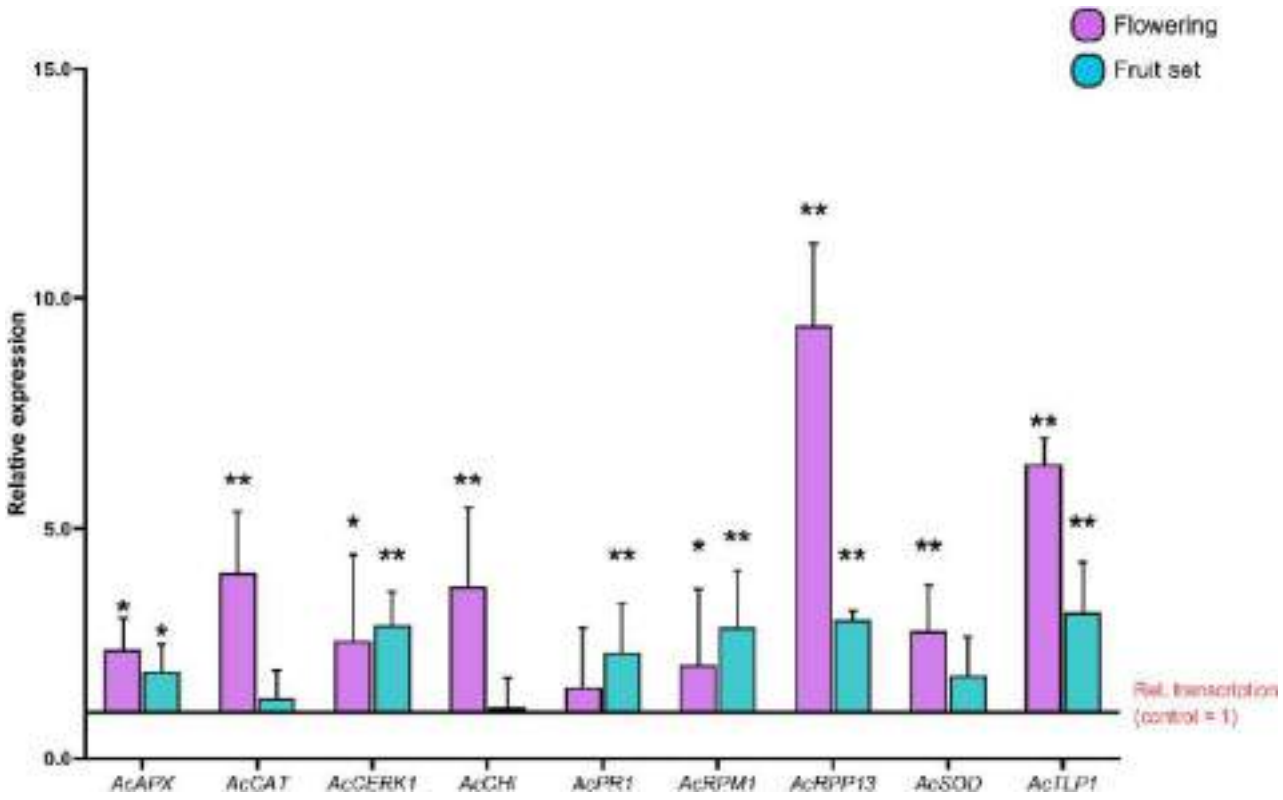


DALLA DISBIOSI MICROBICA ALL'ATTIVAZIONE DELLA RISPOSTA DI DIFESA



Physiological and molecular drivers of Kiwifruit Vine Decline Syndrome: microbial community shifts, defence gene expression, and hormone dynamics Cardacino A., Turco S., Pereira-Dias L., Oliveira-Pinto P.R., Maria Conceiçao Santos M., Balestra G.M.(2025), Physiological and Molecular Plant Pathology. doi.org/10.1016/j.pmpp.2026.103194.

DALLA DISBIOSI MICROBICA ALL'ATTIVAZIONE DELLA RISPOSTA DI DIFESA



Espressione relativa dei geni coinvolti nella segnalazione mediata dai PRR, nella detossificazione delle ROS e nella biosintesi delle proteine PR e R nelle piante affette da Moria

La risposta trascrizionale della pianta evidenzia una persistente **attivazione dei meccanismi di difesa**, accompagnata da una **modulazione** fase-dipendente dei **principali marker di risposta allo stress**

Riconoscimento dei patogeni
AcCERK1, AcTLP1 ↑

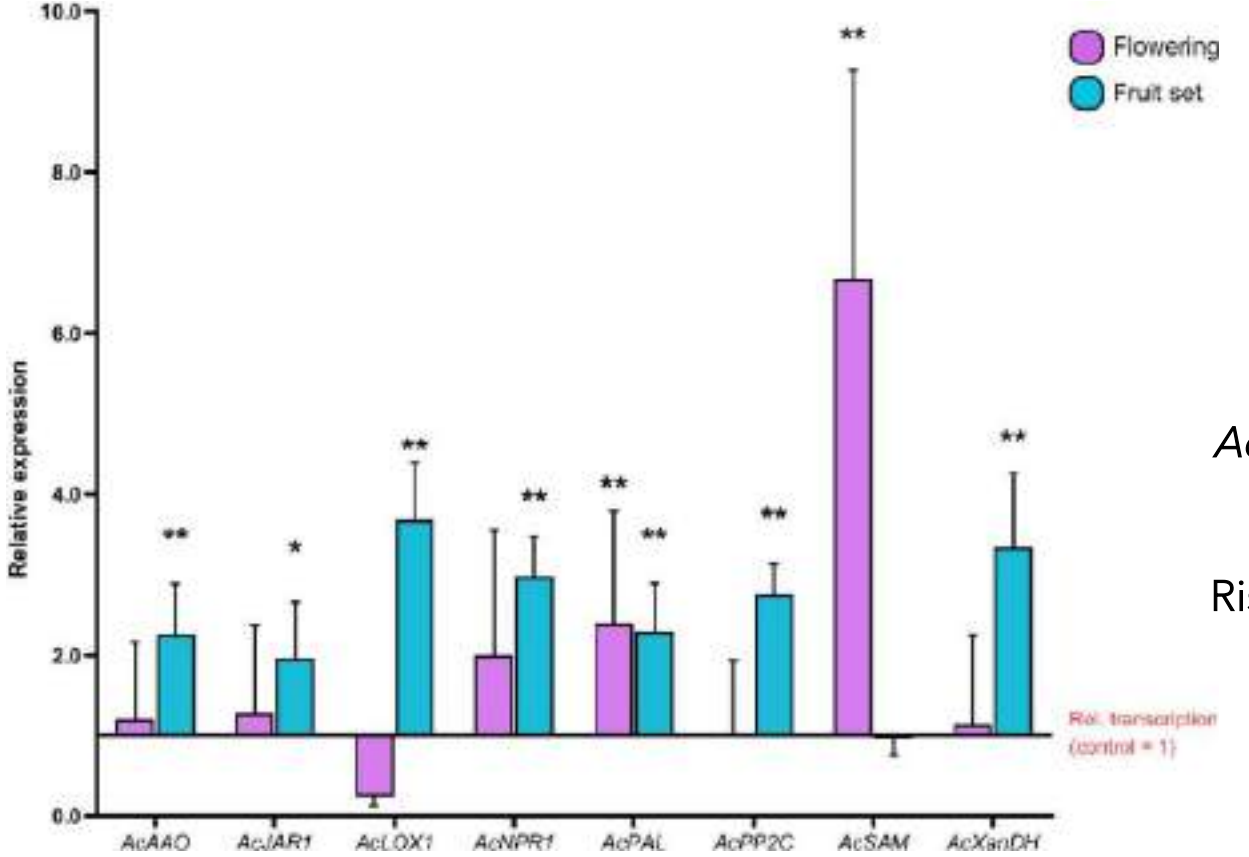
Risposta antimicrobica
AcCHI, AcPR1 ↑

Stress ossidativo
AcCAT, AcSOD, AcAPX ↑

La risposta di difesa non appare semplicemente "attivata", ma dinamicamente rimodulata nel corso della progressione della sindrome

Physiological and molecular drivers of Kiwifruit Vine Decline Syndrome: microbial community shifts, defence gene expression, and hormone dynamics Cardacino A., Turco S., Pereira-Dias L., Oliveira-Pinto P.R., Maria Conceiçao Santos M., Balestra G.M.(2025), Physiological and Molecular Plant Pathology. doi.org/10.1016/j.pmpp.2026.103194.

RIMODULAZIONE DEL SIGNALING ORMONALE DURANTE LA PROGRESSIONE DELLA KVDS



Espressione relativa dei geni coinvolti nella biosintesi e nel signalling ormonale nelle piante affette da Moria

Acido abscissico (ABA)

Induzione dei geni associati alla biosintesi e alla segnalazione dell'ABA (*AcAAO, AcXanDH, AcPP2C*) nella fase più avanzata

Acido salicilico (SA)

Attivazione progressiva della via dell'acido salicilico (*AcPAL, AcNPR1*), con risposta trascrizionale più marcata nella fase tardiva

Etilene (ET)

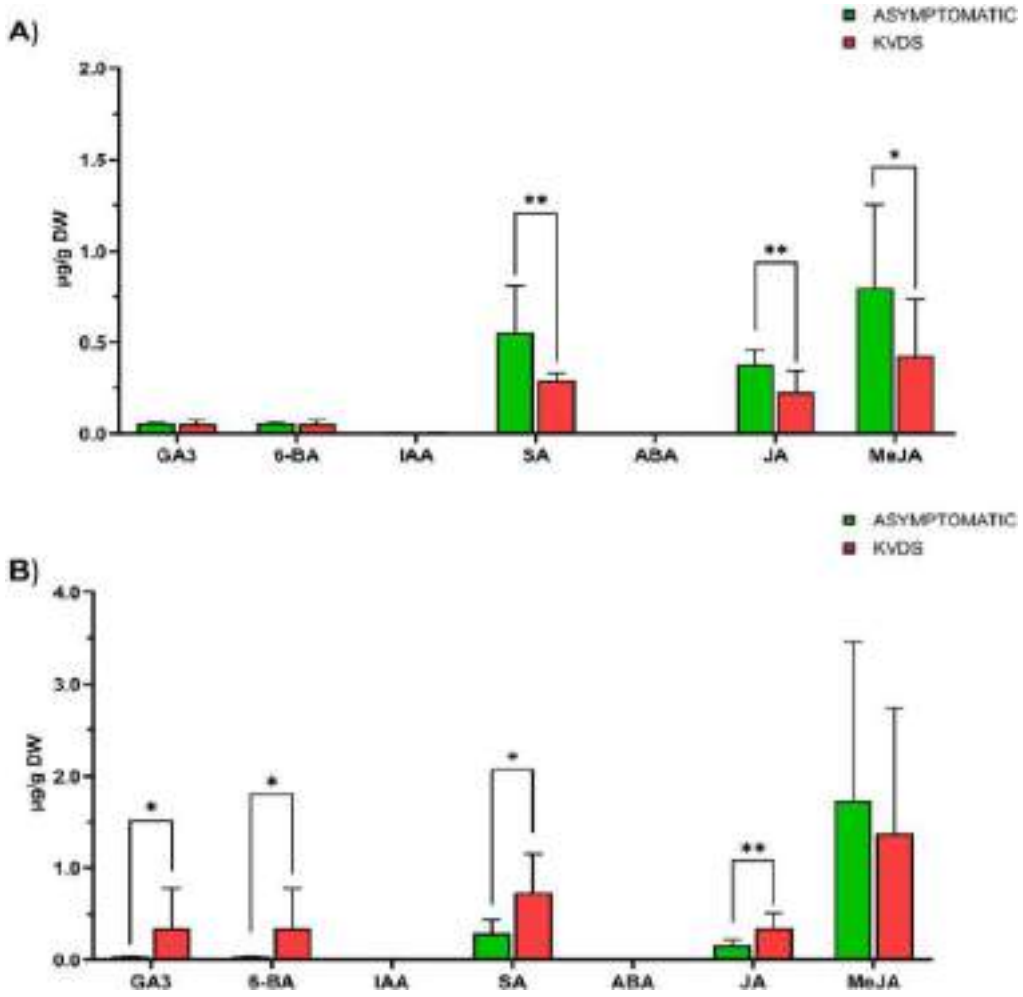
Risposta transitoria: induzione precoce della biosintesi dell'etilene (*AcSAM*), seguita da una riduzione nella fase successiva

Acido jasmonico (JA)

Repressione iniziale della via biosintetica (*AcLOX1, AcJAR*), seguita da una marcata attivazione nella fase tardiva

Physiological and molecular drivers of Kiwifruit Vine Decline Syndrome: microbial community shifts, defence gene expression, and hormone dynamics Cardacino A., Turco S., Pereira-Dias L., Oliveira-Pinto P.R., Maria Conceiçao Santos M., Balestra G.M.(2025), Physiological and Molecular Plant Pathology. doi.org/10.1016/j.pmpp.2026.103194.

RIMODULAZIONE DEL SIGNALING ORMONALE DURANTE LA PROGRESSIONE DELLA KVDS



Concentrazione dei fitormoni (µg/g DW) nei campioni radicali di piante asintomatiche (verde) e sintomatiche (rosso) durante la fioritura (A) e l'allegagione (B)

ESPRESSIONE GENICA

↓

RIMODULAZIONE DELLE VIE ORMONALI

↓

ALTERAZIONE DEL PROFILO FITORMONALE

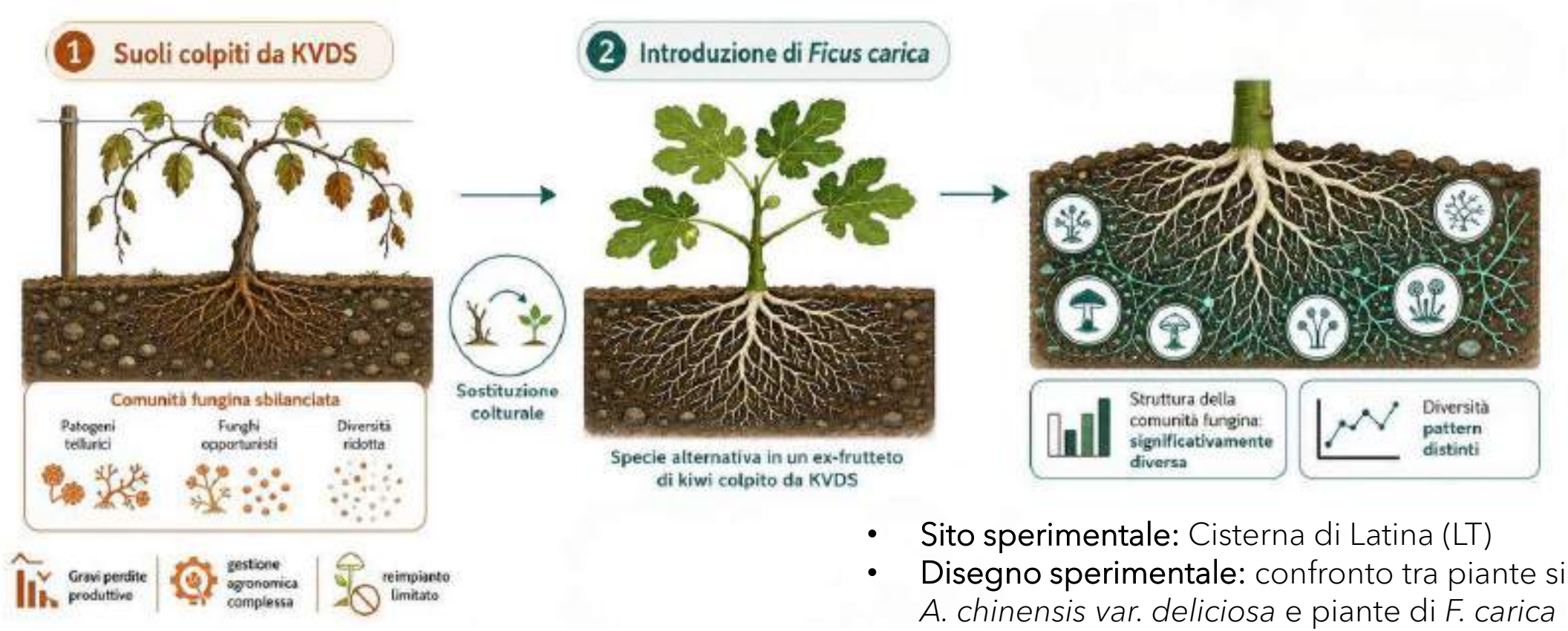
La progressione della Moria è associata a una marcata rimodulazione del profilo fitormonale e del relativo signalling, con alterazioni del crosstalk tra le principali vie di risposta allo stress

Physiological and molecular drivers of Kiwifruit Vine Decline Syndrome: microbial community shifts, defence gene expression, and hormone dynamics Cardacino A., Turco S., Pereira-Dias L., Oliveira-Pinto P.R., Maria Conceiçao Santos M., Balestra G.M.(2025), Physiological and Molecular Plant Pathology. doi.org/10.1016/j.pmpp.2026.103194.



RESILIENZA E FUNZIONALITÀ DEL SUOLO

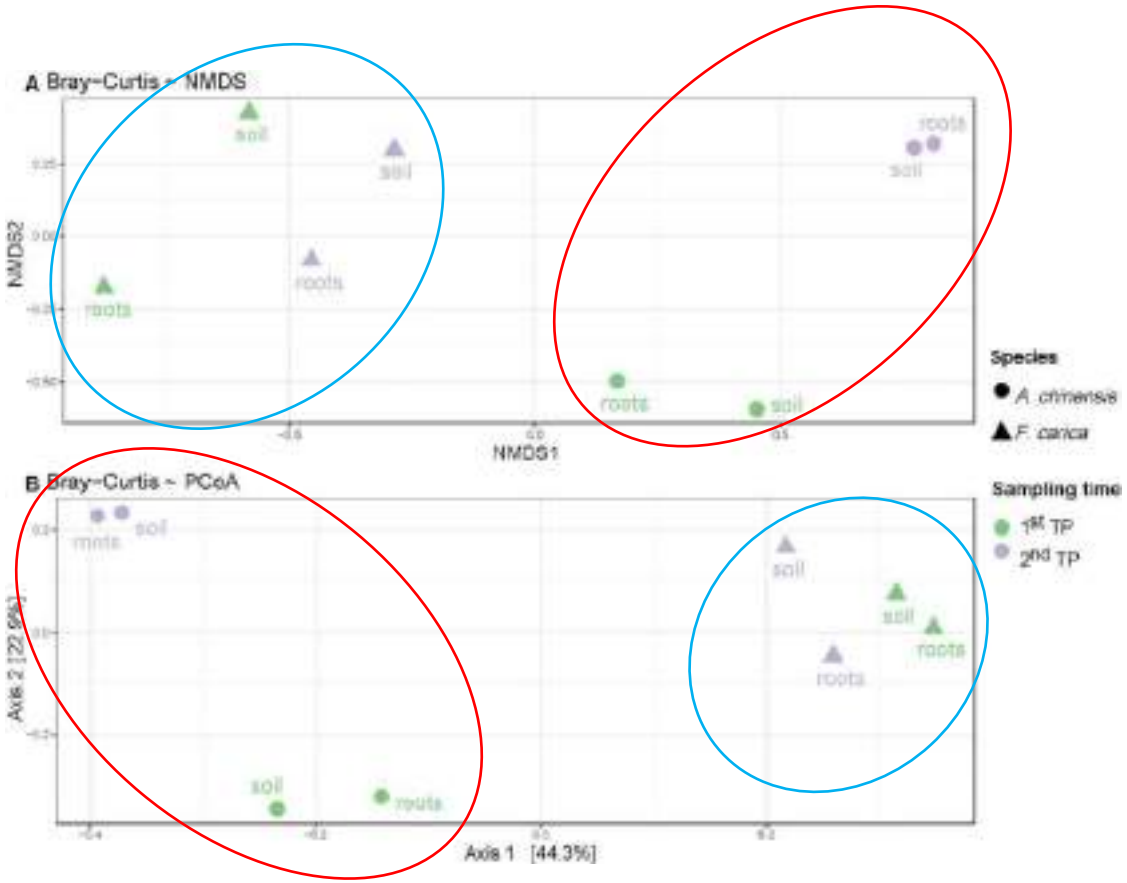
L'IDENTITÀ DELL'OSPITE RIDEFINISCE LA COMUNITÀ FUNGINA DEL SUOLO



- Sito sperimentale: Cisterna di Latina (LT)
- Disegno sperimentale: confronto tra piante sintomatiche d *A. chinensis var. deliciosa* e piante di *F. carica*
- Campionamento: due time point durante la stagione vegetativa (T1, fioritura –T2, allegagione)
- Matrici analizzate: radici e suolo rizosferico
- Analisi: metabarcoding delle comunità fungine

Alternative cropping with *Ficus carica* reshapes rhizosphere fungal communities in kiwifruit decline-affected soils. Cardacino A., Turco S., Animobono M., Balestra G.M.. (2026) Rhizoshere, doi: 10.1016/j.rhisph.2026.101336

L'IDENTITÀ DELL'OSPITE RIDEFINISCE LA COMUNITÀ FUNGINA DEL SUOLO



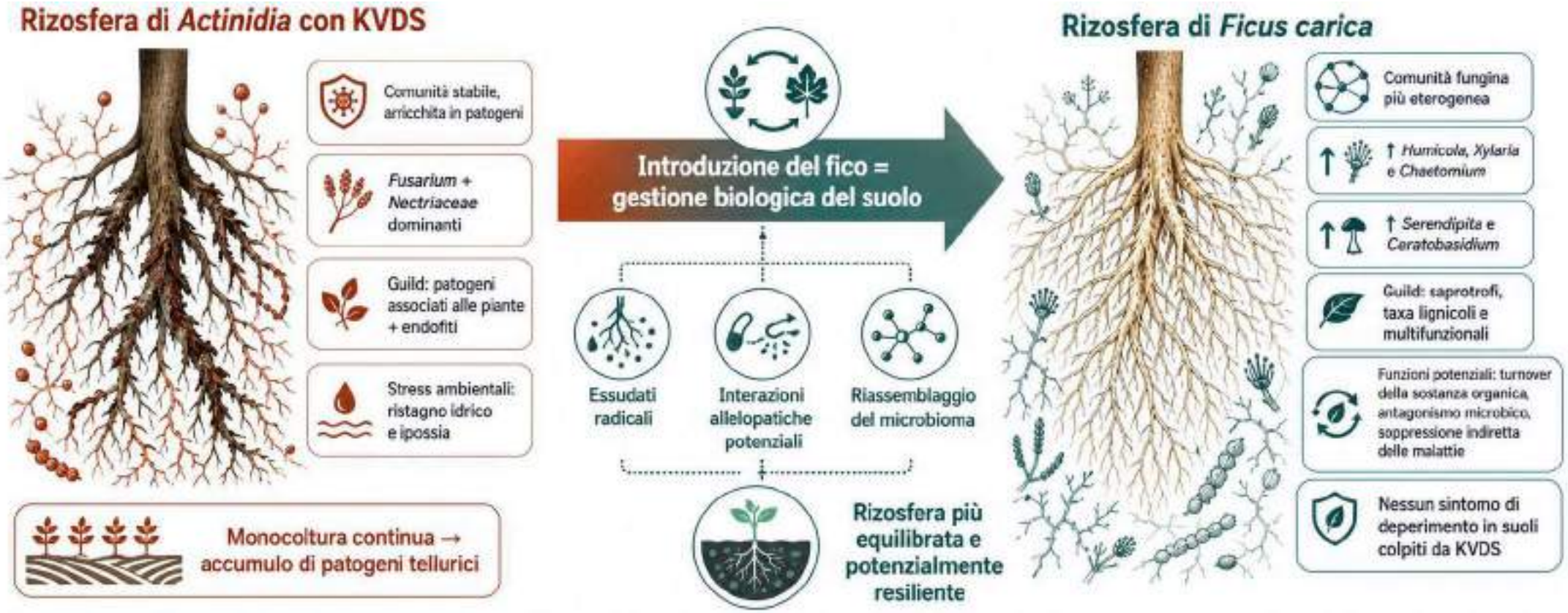
(A) Ordinamento NMDS e (B) PCoA basati sulle dissimilarità di Bray–Curtis. Le forme indicano la specie ospite
(B) (*A. chinensis*: cerchi; *F. carica*: triangoli), i colori corrispondono ai diversi tempi di campionamento e le etichette indicano il comparto analizzato (radici o suolo rizosferico)

	Df	Sum of Sqs	R^2	F	P(>F)
Species	1	0.67213	0.42342	5.5886	0.002 **
Sample type	1	0.17330	0.10918	1.4410	0.214
Phenological stage	1	0.26086	0.16434	2.1690	0.047 *
Residual	4	0.48107	0.30306		

La composizione delle comunità fungine rizosferiche differisce significativamente tra *A. chinensis* e *F. carica*, evidenziando un marcato effetto dell'identità dell'ospite

Alternative cropping with *Ficus carica* reshapes rhizosphere fungal communities in kiwifruit decline-affected soils. Cardacino A., Turco S., Animobono M., Balestra G.M.. **(2026)** Rhizoshere, doi: 10.1016/j.rhisph.2026.101336

L'IDENTITÀ DELL'OSPITE RIDEFINISCE LA COMUNITÀ FUNGINA DEL SUOLO





Alternative cropping with *Ficus carica* reshapes rhizosphere fungal communities in kiwifruit decline-affected soils.
Cardacino A., Turco S., Animobono M., Balestra G.M.. (2026) Rhizoshere, doi: 10.1016/j.rhisph.2026.101336

ATTUALI CONCLUSIONI

DALLA DISBIOSI ALLA RESILIENZA: UN MODELLO INTEGRATO DELLA MORIA

1 – MICROBIOMA RADICALE

Una disbiosi dinamica e fase-dipendente

La KVDS si associa a una **progressiva ristrutturazione delle comunità microbiche radicali**, particolarmente evidente nella componente fungina, con differenze che emergono e si accentuano nel corso della stagione vegetativa

2 – RISPOSTA DELLA PIANTA

Una risposta di difesa dinamica e rimodulata

L'**attivazione dei meccanismi di difesa** si accompagna ad una marcata **rimodulazione del signalling ormonale**, con alterazioni del crosstalk tra le principali vie biosintetiche e trascrizionali coinvolte nella risposta allo stress

3 – IDENTITÀ DELL'OSPITE

L'ospite come driver della comunità del suolo

La sostituzione di *A. chinensis* con *F. carica* determina una **ristrutturazione della comunità fungina rizosferica**, in suoli in cui la KVDS ha compromesso la produttività del frutteto

La Moria emerge come il risultato di interazioni dinamiche tra microbioma, stato fisiologico della pianta e ambiente radicale. La modulazione dell'identità dell'ospite rappresenta una prospettiva concreta per orientare il microbioma verso condizioni di maggiore resilienza.

ULTERIORI ATTIVITA' SPERIMENTALI IN CORSO

Strategie agronomico-colturali

Applicazione in campo e valutazione di sostanze attive di origine vegetale per ridurre l'incidenza dei sintomi da Moria del Kiwi

PARAMETRI E TRATTAMENTI MONITORATI (7 tesi):

- Indici vegetazionali (prossimali/satellitari)
- Parametri microclimatici
- Scala sintomatologica











SITO SPERIMENTALE:
Cisterna di Latina (LT)

ULTERIORI ATTIVITA' SPERIMENTALI IN CORSO

Approccio microbiologico

Isolamento di microrganismi da tessuti vegetali infetti

Identificazione molecolare:

Fusarium sp.
Alternaria sp.
Epicoccum sp.





Analisi metagenomica

Campionamento di popolazioni microbiche da matrici vegetali :

- Suolo
- Radici
- Rizosfera
- altro





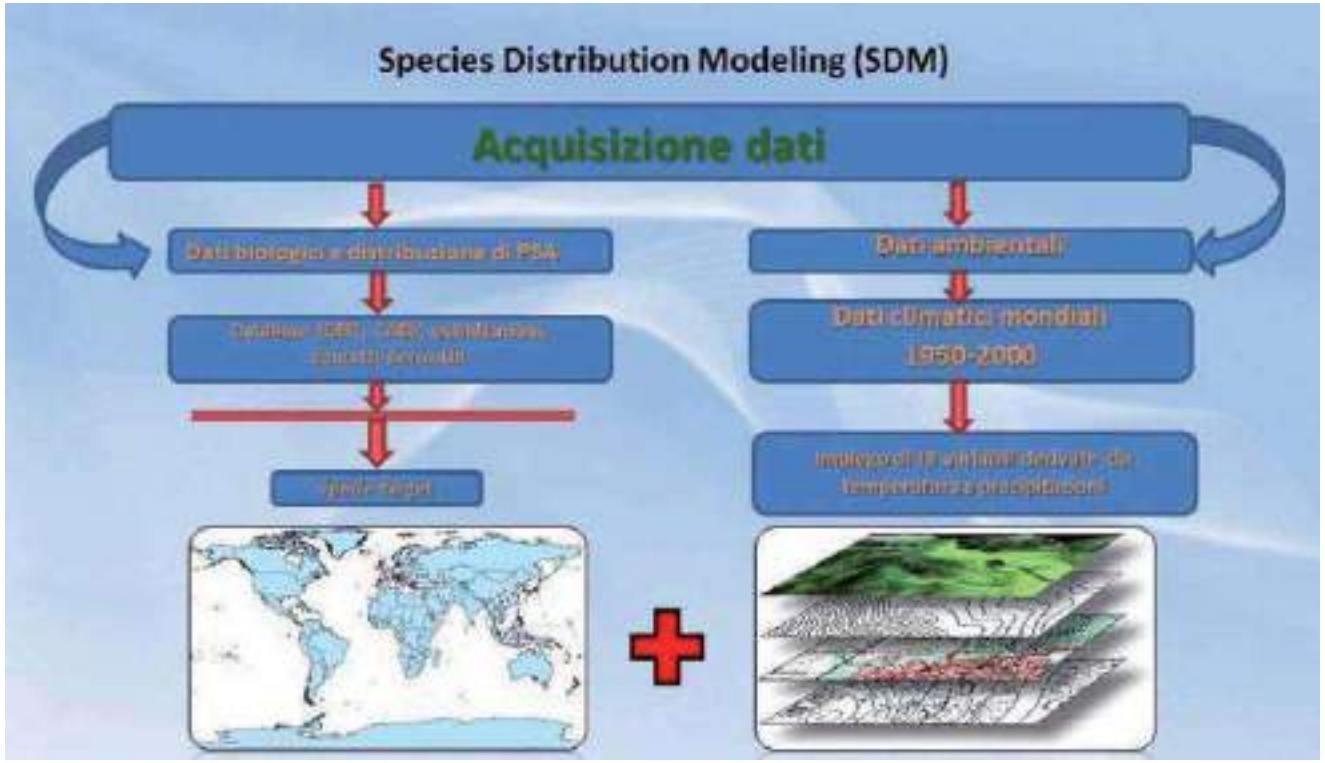


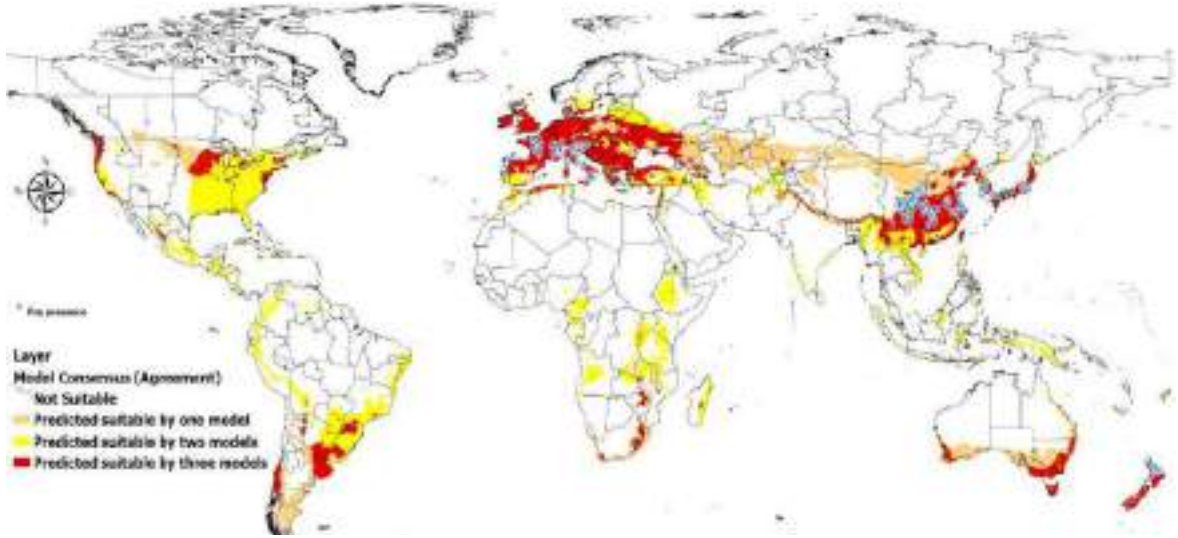
SIPaV26 Udine _ 16/9 h 10:30-12:45
Session: Charact. of Plant-Assoc. Microbes and Emerging Plant Paths
OP10 Fungal plant pathogens associated with kiwifruit disorders in Central Italy
Casuscelli *et al.*, DAFNE UNITUS

Cambiamenti climatici ed emergenze su *Actinidia* spp: il caso *P. s.* pv. *actinidiae* (Psa)



Modellizzazione Previsionale



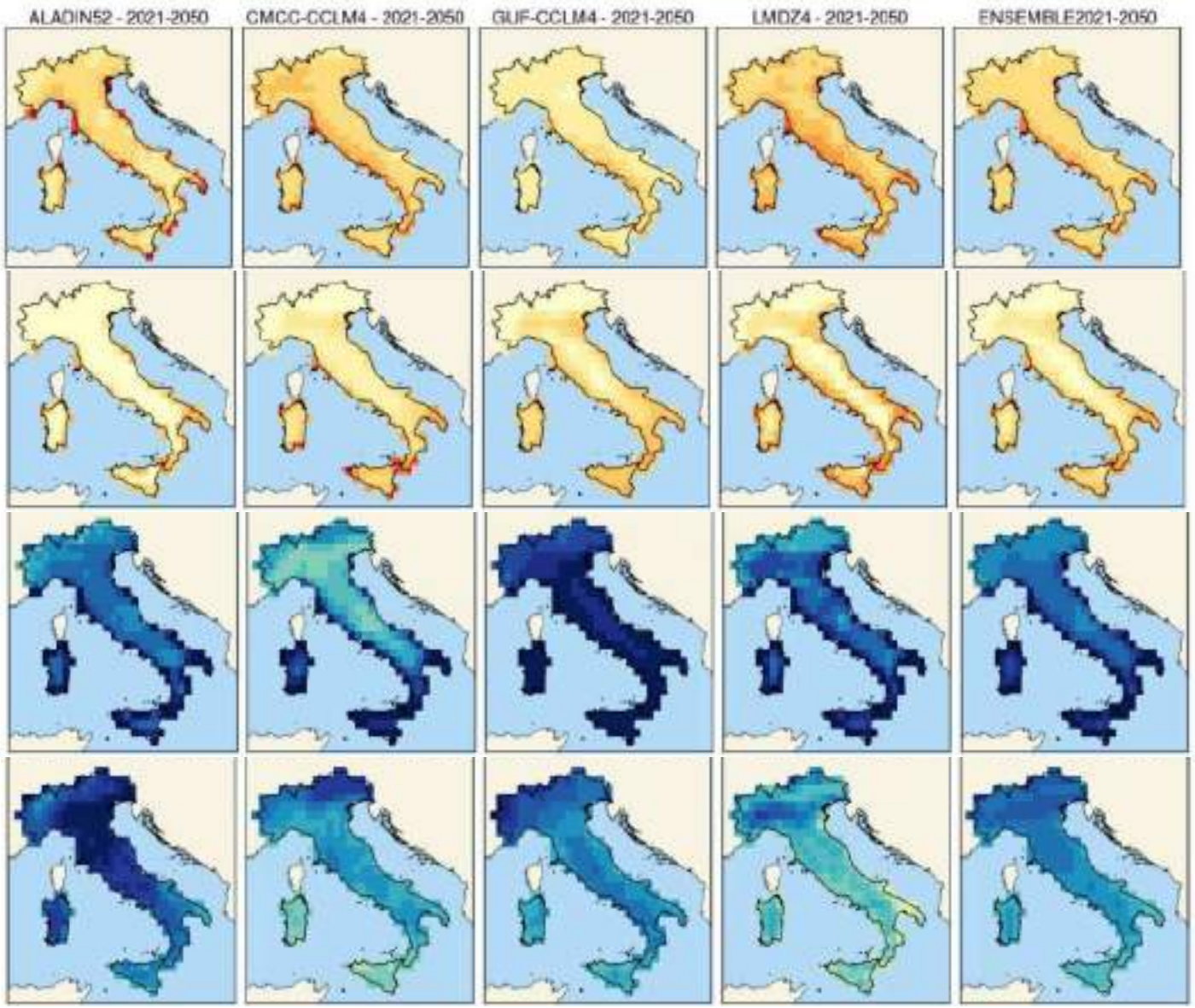


Aree a livello globale (con maggior % di probabilità, dal giallo al rosso rispetto ai modelli considerati (CLIMEX, MaxEnt, SVM) più idonee alla diffusione di Psa e quindi all'instaurarsi del cancro batterico dell'actinidia. I punti blu sono le segnalazioni di Psa note.

Moria ?

The Potential Global Climate Suitability of Kiwifruit Bacterial Canker Disease (P. s. pv. actinidiae (Psa) Using Three Modelling Approaches: Narouei-Khandan H.A., Worner S.P. Viljanen S.I.H., van Bruggen A.H.C., Balestra G.M., Jones E. **(2022)** CLIMEX, doi.org/10.3390/cli10020014

Cambiamenti Climatici in Italia



Le Temperature

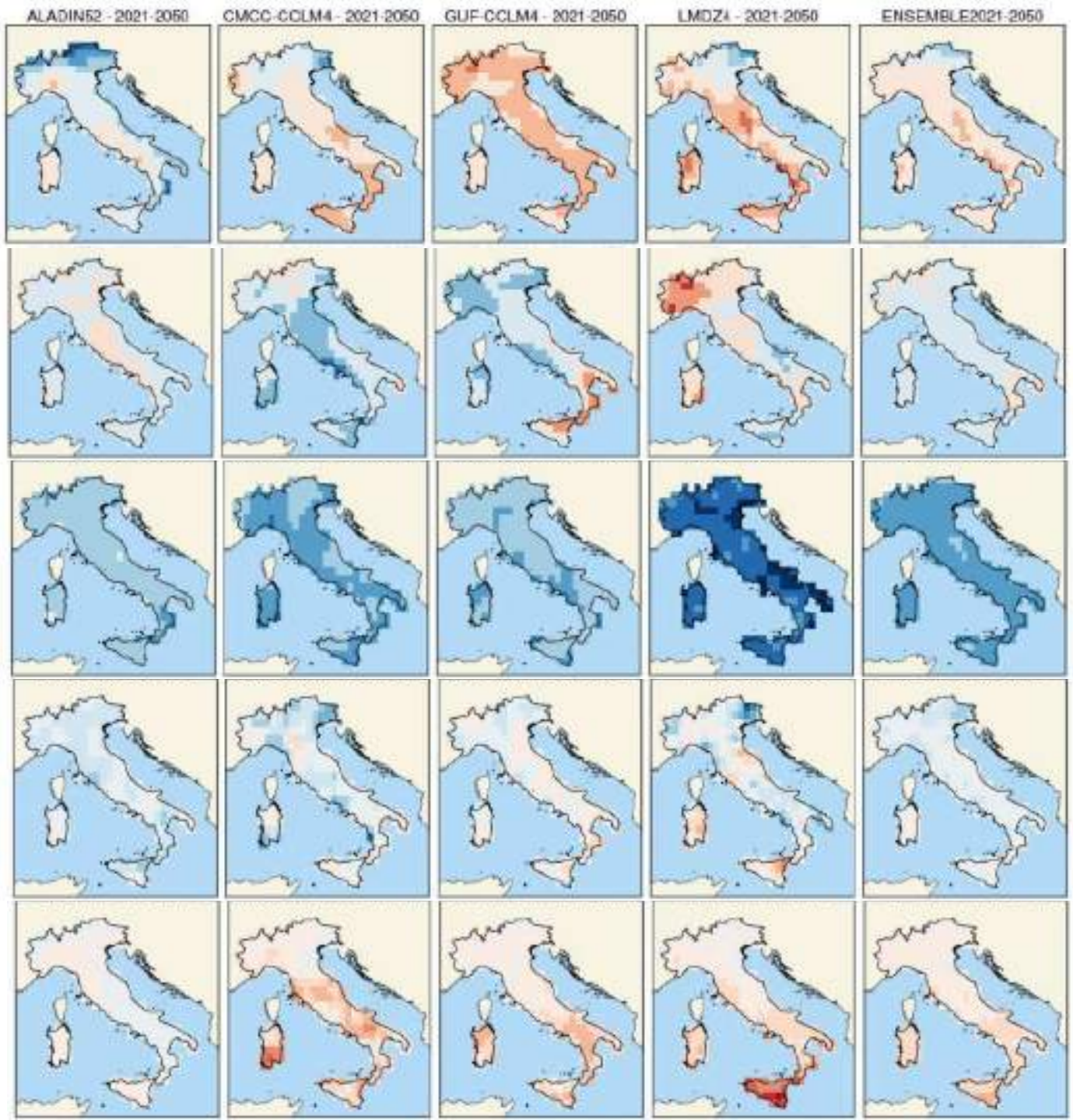
Giorni caldi/Ondate di calore
aumento

Notti calde/tropicali
aumento

2021 - 2050

Giorni con gelo
diminuzione

Giorni e Notti fredde
diminuzione



Le Precipitazioni

Media nazionale
Diminuzione (primavera/estate)

Intensità
Aumento (primavera/estate)

2021 - 2050

Giorni molto piovosi
Aumento

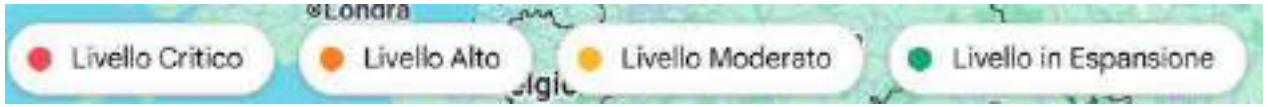
Max giornaliera
Aumento

Assenza per gg consecutivi
Aumento (Sud)

Eventi Estremi

Grandinate
Violenti temporali
Trombe d'aria
Gelate tardive

Moria





Sistemi di coltivazione, Specie, Cv, Portainnesti, Suolo, Acqua, Nutrizione, Coperture

MICROBIOMA





PRATICHE AGRONOMICO COLTURALI

- Inerbimento Controllato
- Riduzione della Temperatura del Suolo
- Aumento dell'Ossigeno Radicale
- Riduzione della Compattazione del Suolo
- Altre Colture Limitrofe
- Psa, incremento dello stress ed occlusione dei vasi xil. (tille)

Caratterizzazione e Contrasto dei Microrganismi fitopatogeni associati

REGIONE LAZIO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI

D.I.Ver.So.
Digitali, Innovativi, Verdi, Sostenibili

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

www.balestrastaph.it/

balestra@unitus.it

