



crea

Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria



La moria del Kiwi in Italia

Dr. Alessandro Infantino

CREA DC di Roma

Kiwi Fruit Vine Decline Syndrome, Kiwi Early Decline

Malattia

una condizione dell'organismo vivente animale o vegetale o di una sua parte che compromette il normale funzionamento ed è tipicamente manifestata da segni e sintomi distintivi (eziologia, patogenesi, sintomatologia, prognosi, etc).

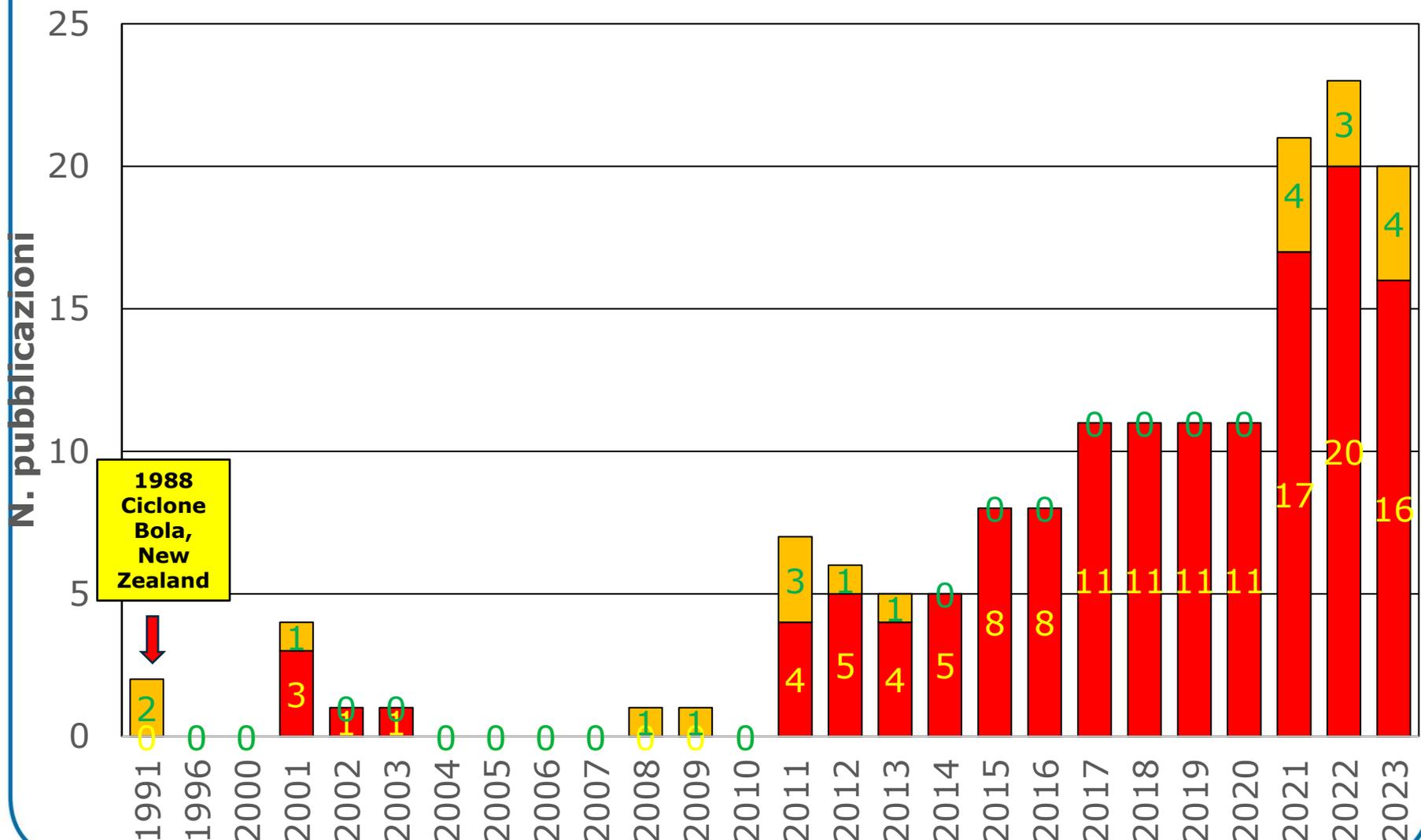
Sindrome

un gruppo di sintomi che si manifestano insieme, senza riferimento all'eziologia o alla patogenesi, che caratterizzano una particolare anomalia o condizione.

Una malattia «recente»...

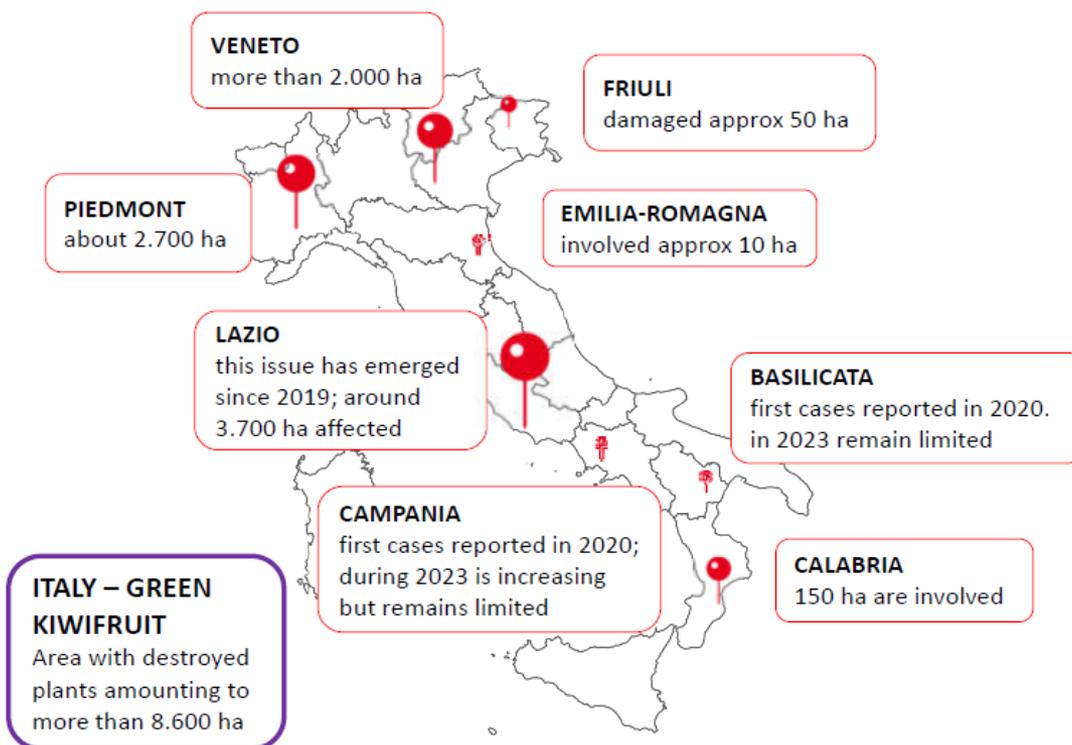
(ricerca bibliografica su PubMed: «Kiwifruit plant diseases»)

■ *P.syringae* pv.*syringae* ■ KVDS e malattie del legno



Biosecurity Report - KVDS

Kiwifruit vine decline symptoms in Italian regions
Hectares of green kiwifruit involved **from 2012 to 2023**

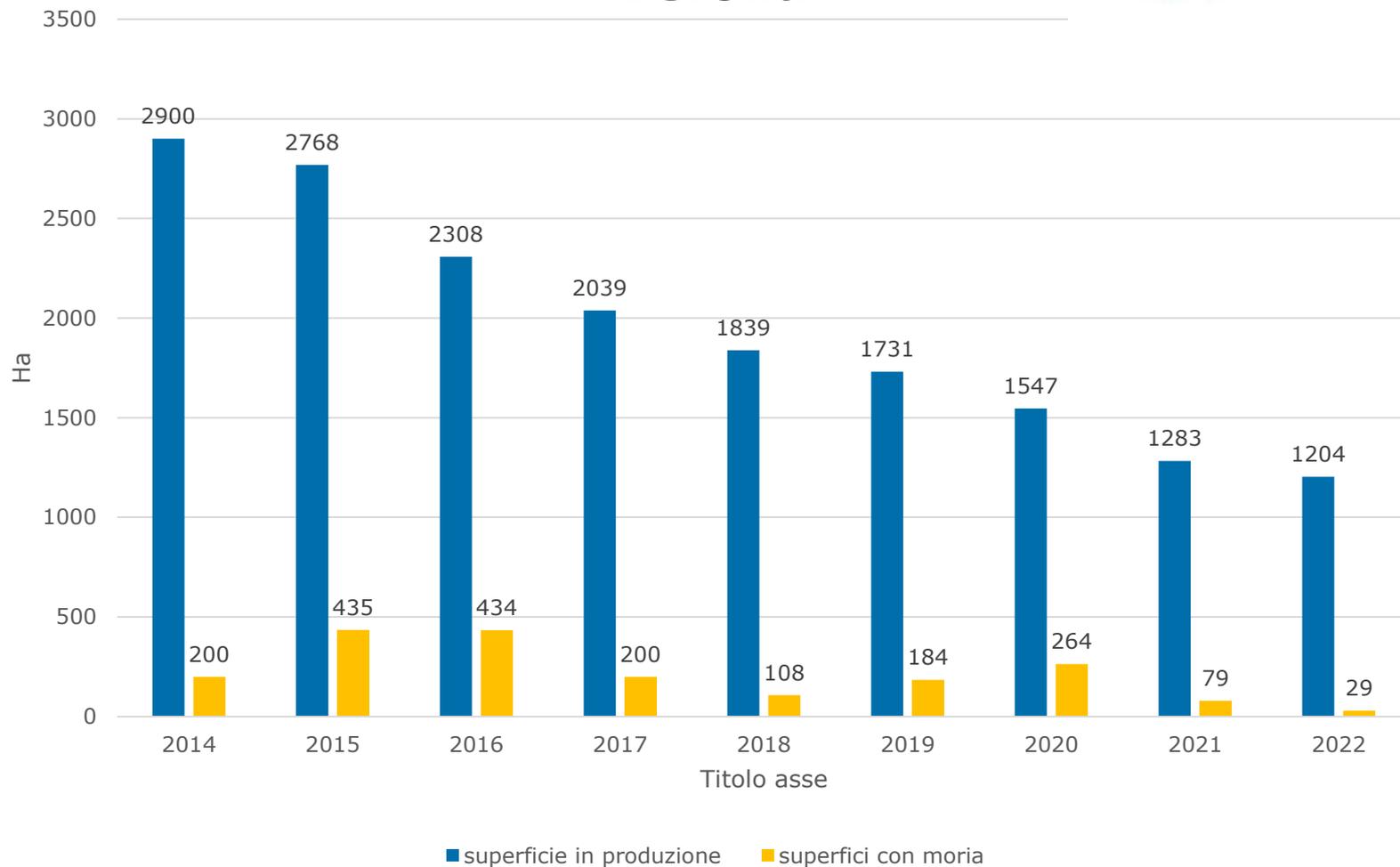


Kiwifruit vine decline symptoms in Italy
Status of 2023

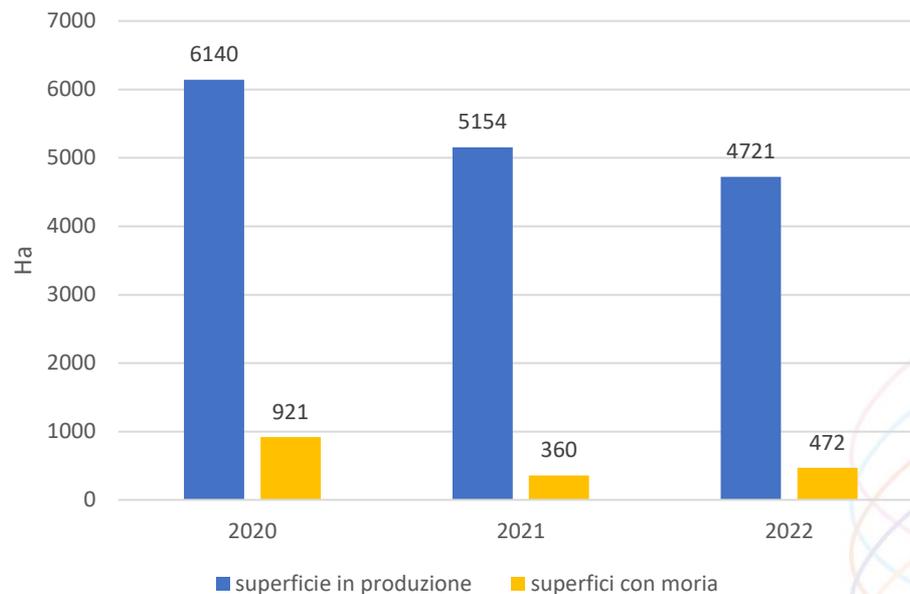
Surface with dead plants in 2023
(green kiwifruit):
more than 1,450 hectares

Surface with suffering plants that
have lower average yields than
healthy plants in 2023
(green kiwifruit):
not less than 1.500 ha

Verona



Range incidenza moria (%): 2,4 – 18,8



Range incidenza moria (%) 7 - 15

OP Lazio	verde	giallo
superficie totale	518	650
morti	120	70
in sofferenza	32	23
tot	152	93
%	29.34	14.31



Sintomi epigei:

- ❖ diffusi disseccamenti fogliari centripeti delle foglie
- ❖ filloptosi
- ❖ caduta frutti;
- ❖ rapida morte della pianta.



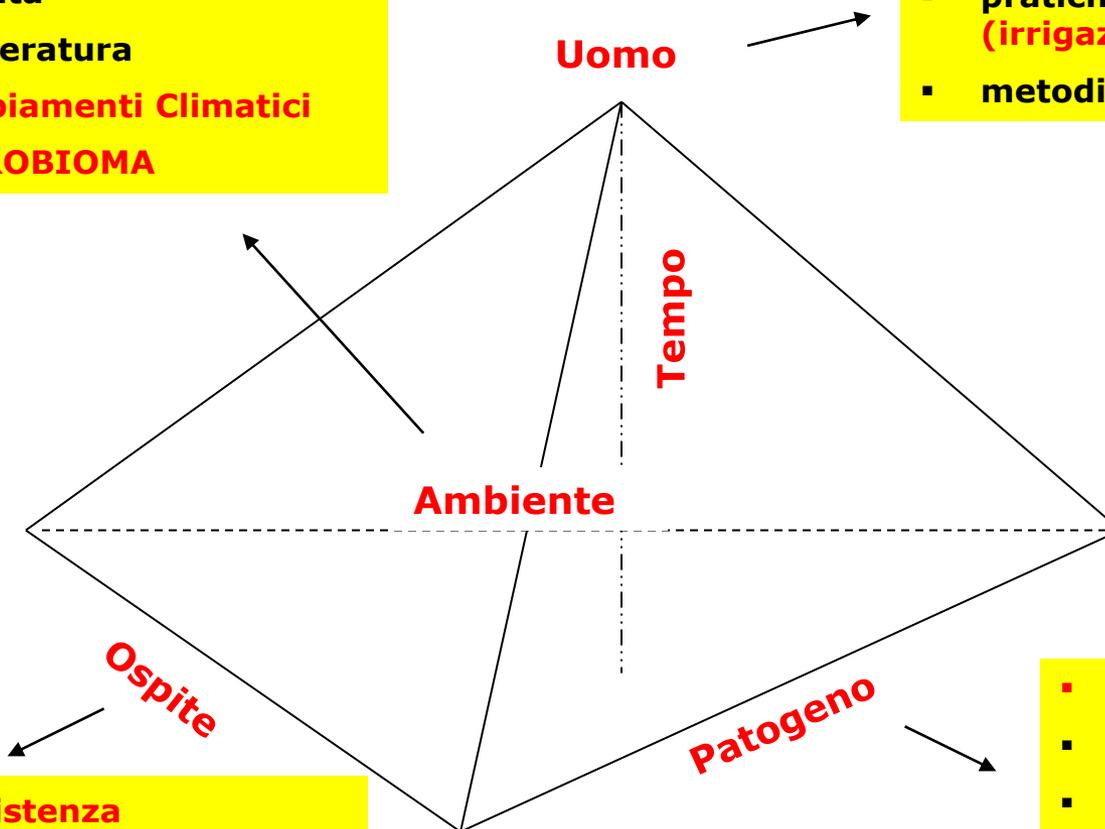
Sintomi ipogei:

- ❖ perdita delle radici assorbenti
- ❖ necrosi e formazione delle caratteristiche «code di topo»
- ❖ radici strutturali con imbrunimenti diffusi

Fattori che influenzano la gravità di una epidemia

- **umidità**
- **temperatura**
- **Cambiamenti Climatici**
- **MICROBIOMA**

- **scelta del materiale propagativo**
- **pratiche colturali (irrigazione)**
- **metodi di controllo**



- **grado di resistenza**
- **livello di uniformità genetica**
- **età della pianta**

- **eziologia**
- **grado di virulenza**
- **quantità di inoculo**
- **tipo di riproduzione e di diffusione**

IL KIWI

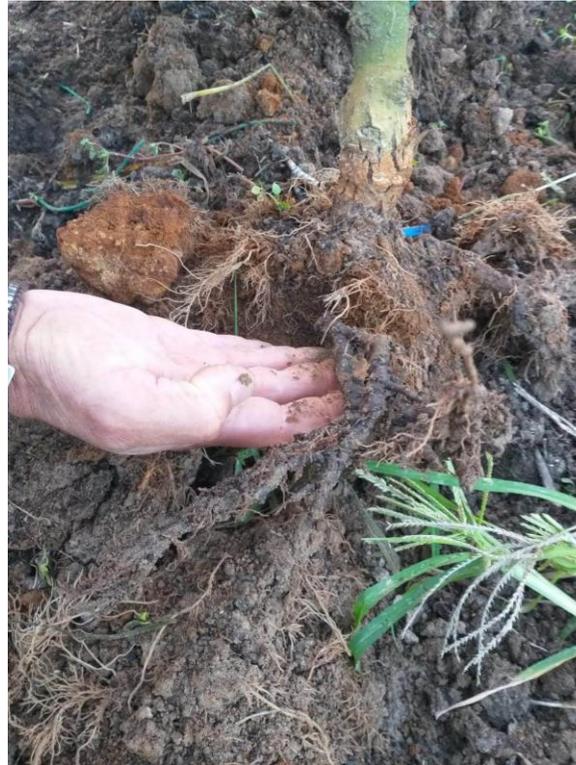
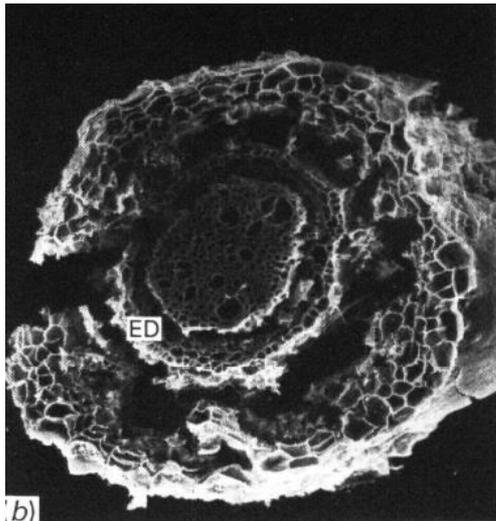
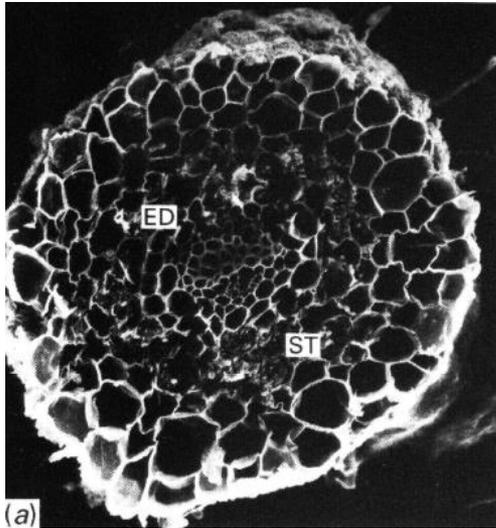
Pianta idroesigente (6-8.000 m³/ha/anno), molto sensibile sia alla carenza idrica che ai ristagni idrici con elevata richiesta di ossigeno nell'apparato radicale



Foto: <https://www.freshplaza.it/article/9258864/a-proposito-della-moria-kvds-di-piante-di-actinidia/>

1. metabolismo fermentativo meno efficace;
2. rapido esaurimento dei carboidrati provenienti dalla fotosintesi, seguiti dai carboidrati di deposito come l'amido;
3. morte delle cellule;
4. mancata attivazione del cambio secondario e del fellogeno;
5. morte delle radichette;
6. progressivo indebolimento delle radici nel corso degli anni;
7. morte della pianta

Effetto dei ristagni idrici...

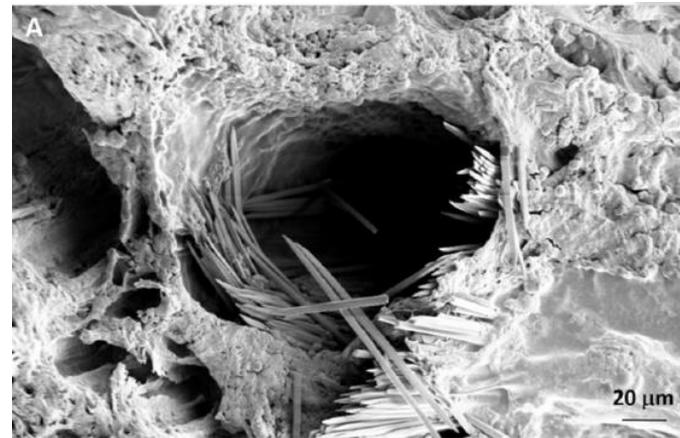
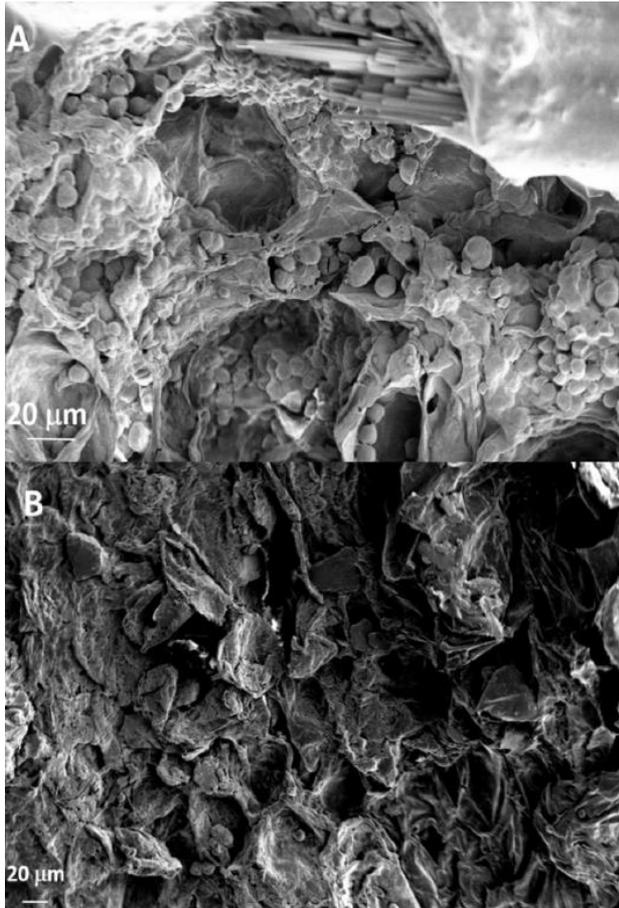


- Produzione di ROS
- Riduzione fotosintati
- Riduzione potenziale redox suolo
- Riduzione conduttanza stomatica

Smith et al, *New Phytol.* (1990), 115, 325-333

.. e delle alte temperature

- Elevata evapotraspirazione
- Ridotta diffusione dell'ossigeno nelle radici
- Disturbi nel grado di produzione e l'accumulo di amido nelle radici rispetto ai germogli
- Presenza di ossalati di calcio per la riduzione di calcio in eccesso
- presenza di sostanze mucillaginose come conseguenza di lisi cellulare



olobionte/ologenoma

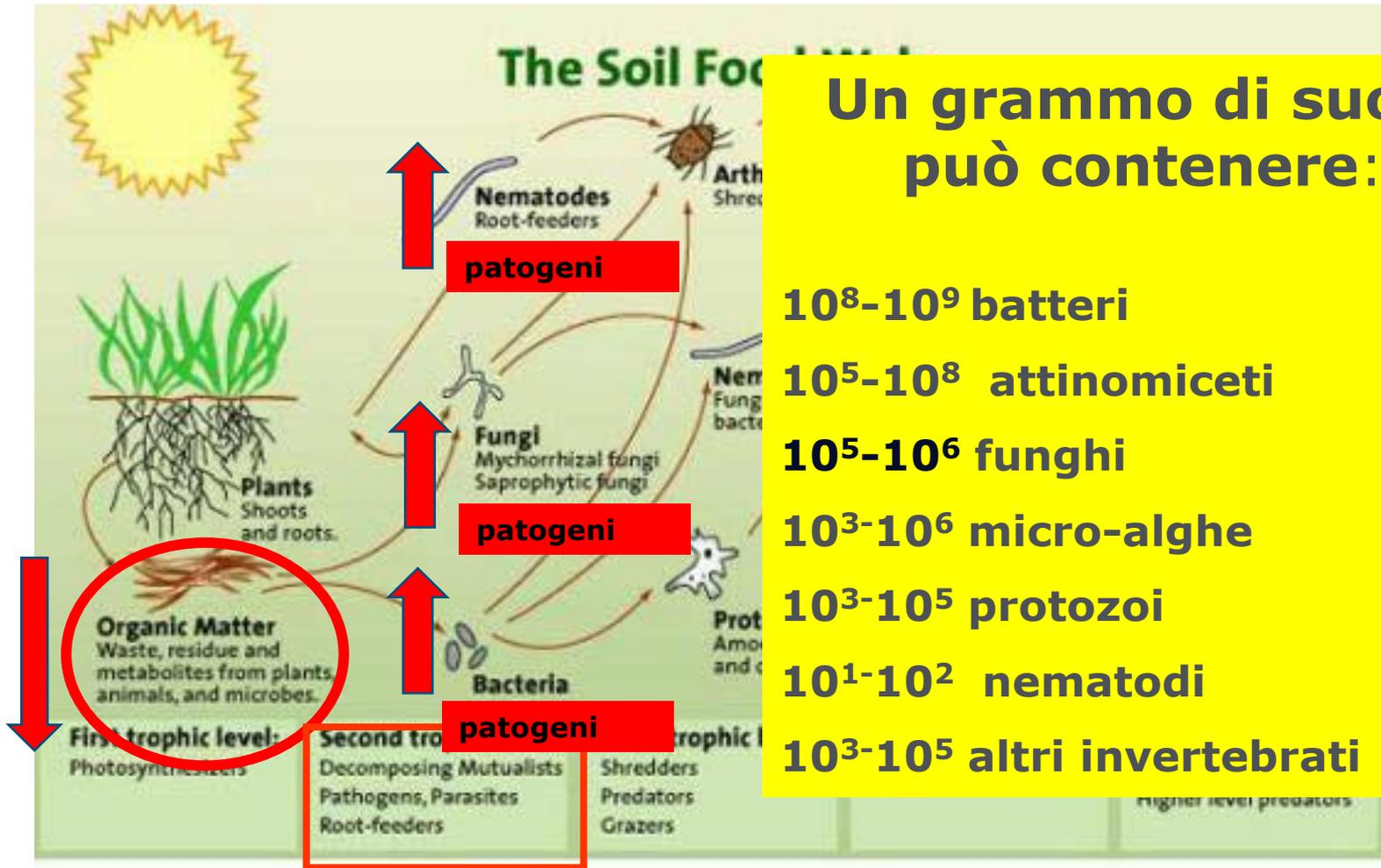
per indicare la pianta e l'insieme di tutte le comunità microbiche ad esse associate. Il fenotipo e la fitness di una pianta è il risultato dell'interazione: genoma-ambiente-fitobioma.

disbiosi

perdita transitoria della capacità dell'ospite di regolare il suo microbiota, implicando una perdita di funzione che porta a una riduzione della fitness. La perdita di funzione può essere legata a processi coinvolti nella protezione delle piante da stress, l'assunzione di nutrienti o la riproduzione.

Soil health





Un grammo di suolo può contenere:

- 10^8 - 10^9 batteri**
- 10^5 - 10^8 attinomiceti**
- 10^5 - 10^6 funghi**
- 10^3 - 10^6 micro-alghe**
- 10^3 - 10^5 protozoi**
- 10^1 - 10^2 nematodi**
- 10^3 - 10^5 altri invertebrati**

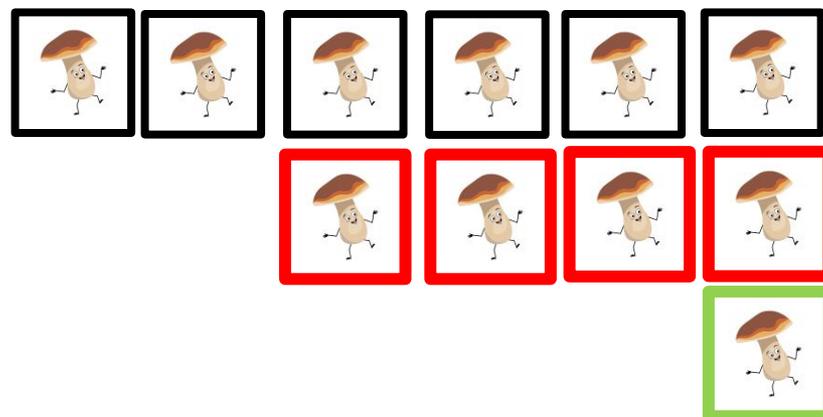
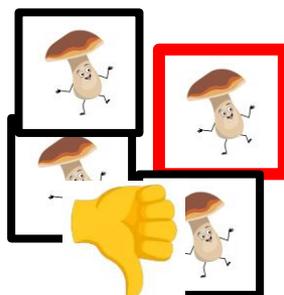
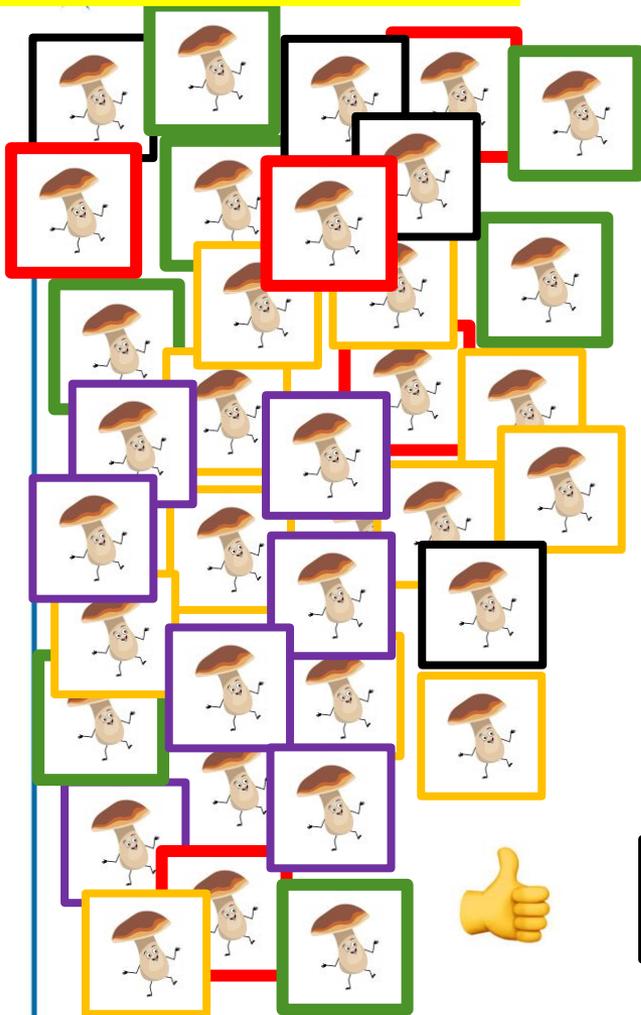
Relationships between soil food web, plants, organic matter, and birds and mammals
Image courtesy of USDA Natural Resources Conservation Service
http://soils.usda.gov/sqi/soil_quality/soil_biology/soil_food_web.html.

Funzione x

richness e evenness

La ricchezza (richness) di specie è una misura del numero di tipi diversi di specie in un ecosistema. Un numero elevato di specie diverse in un habitat rappresenta una maggiore biodiversità e un ecosistema complessivamente più diversificato.

L'uniformità (evenness) delle specie è una misura dell'abbondanza relativa di ciascuna specie.



comprendere la correlazione tra la struttura delle comunità microbiche e la loro funzione

La **metagenomica** è un approccio basato sull'utilizzo di tecniche *genomiche* moderne per lo studio di **comunità microbiche** direttamente nel loro **ambiente naturale**

Con il termine **microbiota** si fa riferimento alla totalità dei singoli microrganismi (batteri, funghi, protozoi, etc) che vivono e colonizzano uno specifico ambiente.

Con il termine **microbioma** si indica la totalità del patrimonio genetico posseduto dal microbiota, cioè i geni che quest'ultimo è in grado di esprimere

Individuazione dei principali i parametri coinvolti nella KVDS

Set di dati costruito da 126 rilevazioni condotte con tecnici e agricoltori in Piemonte, Veneto, Friuli Venezia e Giulia, Emilia Romagna, Lazio, Basilicata, Calabria

- **presenza di sintomi** -> 59 variabili relative alla gestione agronomica
- **Caratteristiche generali:** 14 variabili
- **Condizione ambientale:** 5 variabili
- **Caratteristiche del suolo:** 11 variabili
- **Gestione agronomica:** 6 variabili
- **Trattamenti:** 7 variabili
- **Irrigazione:** 11 variabili
- **Coltivazione del suolo:** 5 variabili

GRUPPO DI LAVORO
NAZIONALE,
in collaborazione con



HORT@
— From research to field —

Variabili prescelte per l'Analisi delle Corrispondenze Multipla (ACM) e livelli

Coltura precedente [erbacea (erb) / **legnoso (legn)**]

Materiale di partenza [(talea (tal) / **in vitro (vitro)**)]

Età materiale di partenza [**< 2 anni (età_1)** / > 2 anni (età 2)]

Presenza di Psa [Psa non presente (Psa_no) / **Psa presente (Psa_si)**]

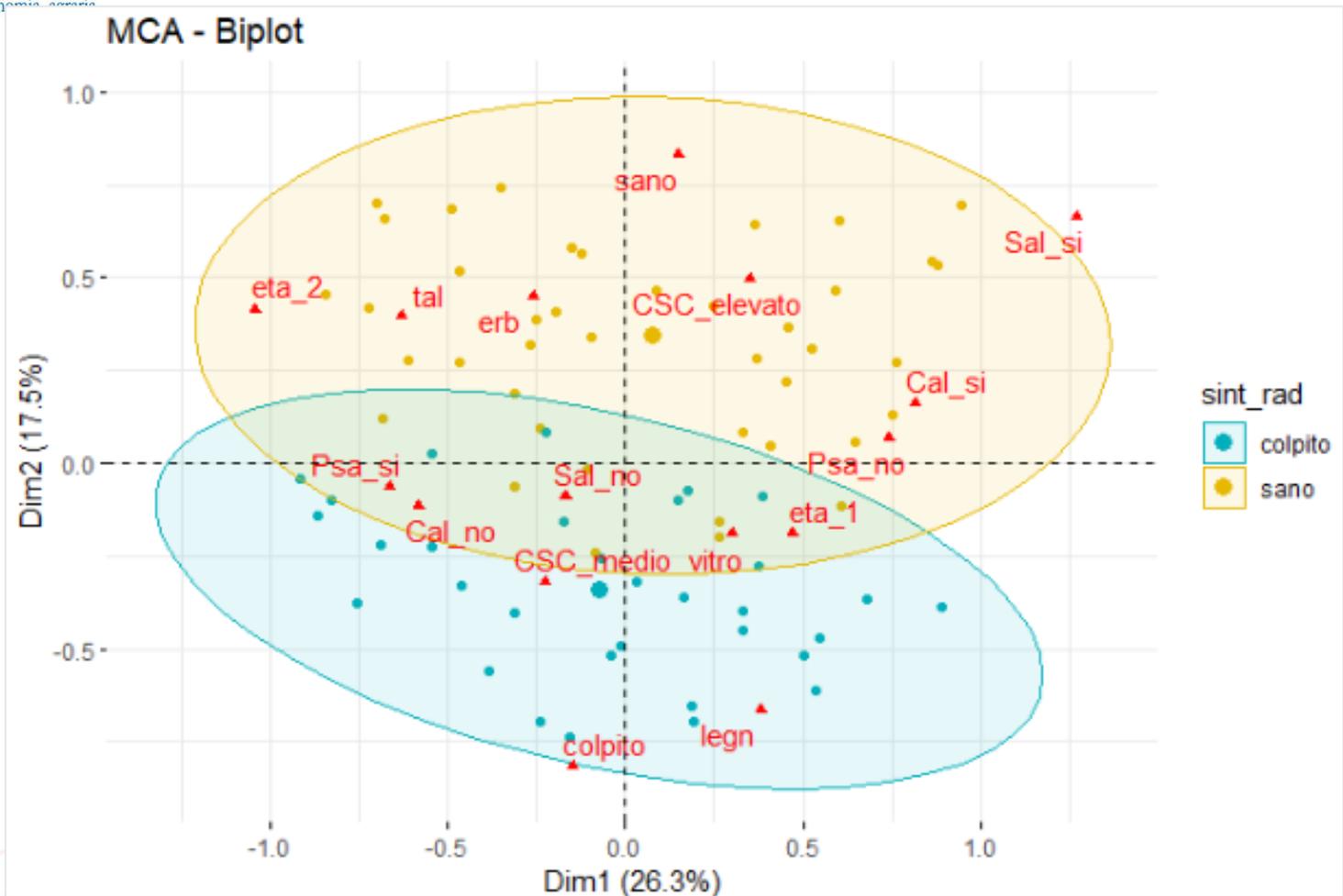
Calcare totale [**calcare <10 g/kg (Cal_no)** / calcare >10g/kg (Cal_si)]

Salinità del suolo [**<0.4 ds/m (Sal_no)** / >0.4 ds/m (Sal_si)]

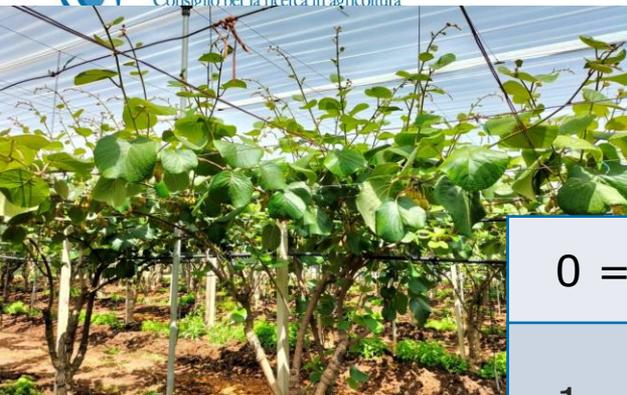
CSC [**<20 (CSC bassa)** / >20 (CSC elevata)]

Sintomi moria [**Si (colpito)** / No (sano)]

Risultati ACM



- L'ellisse arancione raccoglie quei livelli che possono essere associati alla presenza di una pianta sana
- L'ellisse blu raccoglie quei livelli che possono essere associati ad azienda agricola con piante con sintomi di moria.



Sintomi Epigei

0 = No sintomi, pianta sana

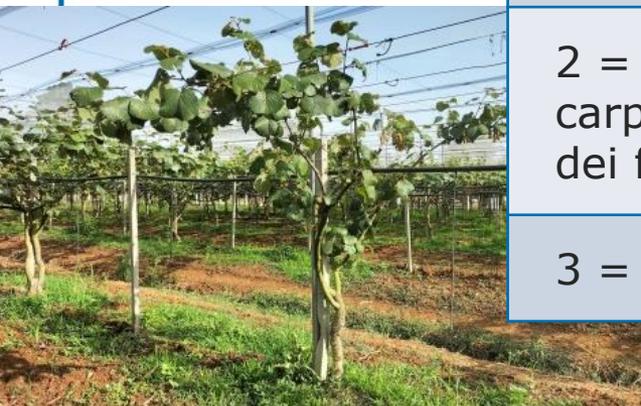
1 = Sintomi lievi (deperimento della pianta identificabile con la perdita di vigore e numero dei nuovi getti e comparsa di clorosi fogliare; riduzione dimensione fogliare)

2 = Sintomi gravi (filloptosi, carpoptosi e, se presenti, dimensione dei frutti ridotta,; avvizzimento tralci)

3 = Pianta morta



2



3



Sintomi Ipogei

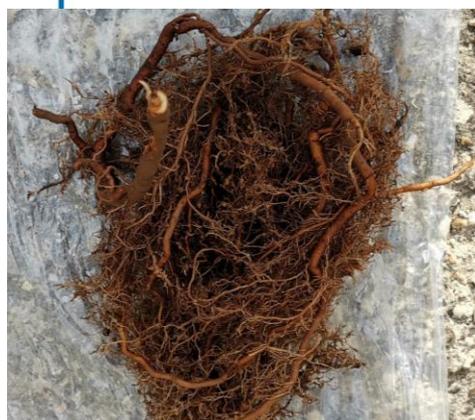
0 = Nessun sintomo, radice sana

1 = Sintomi lievi: riduzione radici assorbenti e alcuni marciumi diffusi;

2 = Sintomi gravi: marciume di alcune radici primarie e di quasi tutte le radici secondarie; perdita dei tessuti corticali con formazione delle code di topo; radici assorbenti quasi del tutto assenti;

3 = Radici morte

0



1



2



3



Diretti:

- classificazione e numerazione microrganismi presenti
- analisi del microbiota mediante amplicon sequencing metabarcoding

Indiretti:

- pH e Conducibilità Elettrica del suolo
- respirazione basale,
- Analisi dei Macro e Micro elementi
- Attività Enzimatica (β -glucosidasi – Ureasi – Fosfatasi Alcalina)
- Analisi dei profili dei Fosfolipidi (PLFAs –PhosphoLypidFattyAcid)

Metodi diagnostici di laboratorio

convenzionali	isolamento	identificazione		
		convenzionale		molecolare
diretto da matrice	Substrato PDA + antibiotici (Funghi)	morfologica		Regioni ITS, Coi, Beta tubulina, tef, Histone
diretto da matrice	Substrato selettivo P5ARP (Oomiceti)	morfologica		
da terreno e da matrice	Baiting (Oomiceti)	morfologica		
Analisi del microbiota				
da terreno e da matrice		Regioni ITS (funghi e oomiceti, 16S (batteri))		

Principali specie associate a KVDS

EUCARIOTI

Regno: Funghi

Phylum: Ascomyceti

Famiglia: Nectriaceae

Genere: Ilyionectria,
Dactylonectria

Clade: Stramenopiles

Phylum: Oomiceti

Famiglia: Pythiaceae

Genere: *Phytophthium*
Phytophthora
Pythium

PROCARIOTI

Regno Batteri

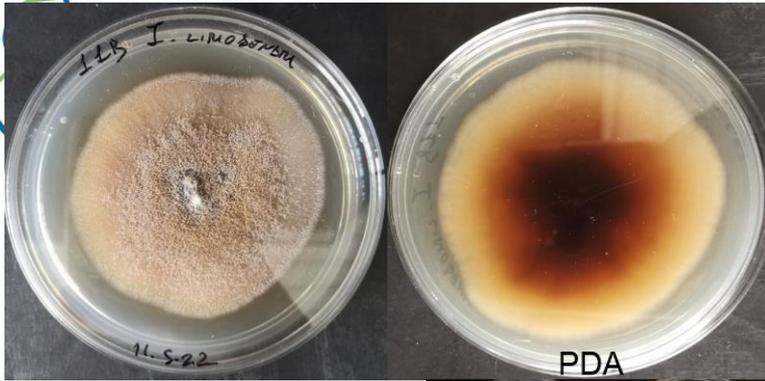
Phylum Firmicutes

Classe Clostridia

Specie:

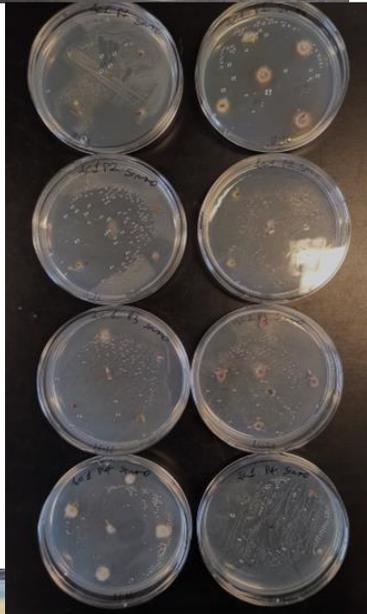
C. bifermentans

C. subterminale



PDA

Ilyonectria liriodendri



Dactylonectria pauciseptata



Phytopythium vexans

P5ARP [H]



selettivo



Phytopythium chamaeaphyon

baiting



Postulati di Koch (conferma patogenicità *)

* Inclusi altri lavori

Oomiceti		Funghi	
<i>Phitopythium spp.</i>	X	<i>Ilionectria/Dactilonectria/Thelionectria</i>	
<i>P. vexans</i>	X	<i>I. robusta</i>	
<i>P. litorale</i>	X	<i>I. lyriodendri</i>	X
<i>P. chamaeyphon</i>	X	<i>D. ecuadoriensis</i>	X
<i>P. helicoides</i>	X	<i>D. novozelandica</i>	
		<i>D. torresensis</i>	
<i>Phythophthora spp.,</i>		<i>D. pauciseptata</i>	
<i>P. megasperma</i>	X	<i>T. olida</i>	
<i>P. infestans</i>	X	<i>T. discophora</i>	
<i>P. citrophthora</i>	X		
<i>P. cryptogea</i>	X	<i>Desarmillaria tabescens</i>	X
<i>P. drechsleri</i>	X	<i>Cylindrocarpon pauciseptatum</i>	X
<i>P. chlamidospora</i>		<i>C. parva</i>	X
<i>P. lacustris</i>			
<i>P. pseudocryptogea</i>			
<i>P. plurivora</i>		<i>Fusarium vari (solani, oxysporum, proliferatum)</i>	
<i>P. virginiana</i> like			
<i>P. crassamura</i>			
<i>P. aceriina</i>		Batteri	
			X
<i>Pythium dissotocum/coloratum</i>		<i>Costridium bifermentans</i>	X
<i>Globisporangium paroecandrum</i>		<i>Clostridium subterminale</i>	
<i>G. sylvaticum/Pythium terrestris</i>			

TABLE 2
A summary of family, scientific names, and common names of hosts of *Phytophthium vexans*

Family	Species	Common name	References
Actinidiaceae	<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwi	Polat et al. 2017; Prencipe et al. 2020
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Cashew	Davidson et al. 2000
Araceae	<i>Anthurium andraeanum</i>	Anthurium	Guo and Ko 1996; Park et al. 2019
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Taro	Dervis et al. 2014
Araliaceae	<i>Panax ginseng</i>	Chinese ginseng	Lan et al. 2023
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Rubber tree	Zeng et al. 2005
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Common bean	Nzungize et al. 2011
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	Panth et al. 2021
Lauraceae	<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	Cinnamon	Chang 1993
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Avocado	Hernández et al. 2019; Jabiri et al. 2020
Malvaceae	<i>Durio zibethinus</i>	Durian	Thao et al. 2020; Vawdrey et al. 2005
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>	Cotton	Hernández et al. 2019; Kaosiri and Siddhipongse 1985
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp.	Eucalyptus	Linde et al. 1994
Orchidaceae	<i>Dendrobium</i> spp.	Dendrobium	Tao et al. 2011
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.	Pine	Linde et al. 1994
Pinaceae	<i>Picea glehnii</i>	Glehn's spruce	Yamaji et al. 2001, 2005
Pinaceae	<i>Abies fraseri</i>	Fraser fir	Ivors et al. 2008
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Peach	Yang et al. 2012
Rosaceae	<i>Malus domestica</i>	Apple	Jabiri et al. 2020; Tewoldemedhin et al. 2011
Rosaceae	<i>Pyrus communis</i>	Pear	Jabiri et al. 2020; Tewoldemedhin et al. 2011
Rosaceae	<i>Prunus serrulata</i>	Flowering cherry	Baysal-Gurel et al. 2021
Rosaceae	<i>Fragaria × ananassa</i>	Strawberry	Ibanez et al. 2022
Rosaceae	<i>Prunus amygdalus</i>	Almond	Beluzán et al. 2022
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarin	Benfradj et al. 2017; Noireung et al. 2020
Salicaceae	<i>Tetragastri panamensis</i>	Sali	Davidson et al. 2000
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Potato	Santika et al. 2021
Sapindaceae	<i>Acer rubrum</i>	Maple	Baysal-Gurel et al. 2021; Panth et al. 2021
Urticaceae	<i>Boehmeria nivea</i>	Ramie roots	Yu et al. 2016
Zingiberaceae	<i>Elettaria cardamomum</i>	Cardamom	Thomas 2000

TABLE 1
A summary of family, scientific names, and common names of hosts of *Phytophthium helicoides*

Family	Species	Common name	References
Actinidiaceae	<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwifruit	Wang et al. 2015
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i>	Sugar beet	Avan et al. 2020
Anacardiaceae	<i>Pistacia vera</i>	Pistachio	Fichtner et al. 2016
Araceae	<i>Amorphophallus paeoniifolius</i>	Elephant foot yam	Roy and Hong 2008
Asteraceae	<i>Dahlia pinnata</i>	Dahlia	Drechsler 1930
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Lettuce	Kanjanamaneesathian et al. 2013; Teixeira et al. 2006
Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i> spp.	Chrysanthemum	Tsukiboshi et al. 2007
Begoniaceae	<i>Begonia</i> spp.	Begonia	Yang et al. 2013
Crassulaceae	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Kalanchoe	Watanabe et al. 2007
Ericaceae	<i>Rhododendron</i> spp.	Rhododendron	Chen et al. 2021
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Poinsettia	Miyake et al. 2014
Fabaceae	<i>Glycine max</i>	Soybean	Kato et al. 2013
Melastomataceae	<i>Tibouchina semidecandra</i>	Glory bush	Huang 2009
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo nucifera</i>	Lotus	Yin et al. 2016
Pinaceae	<i>Pinus echinata</i> , <i>P. elliottii</i> , <i>P. taeda</i>	Shortleaf pine, slash pine, loblolly pine	Hendrix and Campbell 1968
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Corn	Xie et al. 2021
Polygonaceae	<i>Polygonum odoratum</i>	Rau ram	Roskopf et al. 2005
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Peach	Browne et al. 2019
Rosaceae	<i>Photinia serratifolia</i>	Photinia	Zhou et al. 2023
Rosaceae	<i>Rosa chinensis minima</i>	Potted roses, miniature roses	Kageyama et al. 2002
Rosaceae	<i>Prunus amygdalus</i>	Almond	Azizi et al. 2013
Rosaceae	<i>Fragaria × ananassa</i>	Strawberry	Ishiguro et al. 2014; Marin et al. 2019
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarin	Chen et al. 2016
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Pepper, bell pepper	Chellemi et al. 2000

Pratiche agronomiche

- **Lavorazioni del terreno**
- **Baulatura**
- **Pacciamatura (plastica o vegetale)**
- **Reti anti-pioggia**
- **Copertura con teli a radiazione selettiva**
- **Uso di compost**
- **Utilizzo di agenti di biocontrollo**

Utilizzo di portainnesti tolleranti

Actinidia valvata

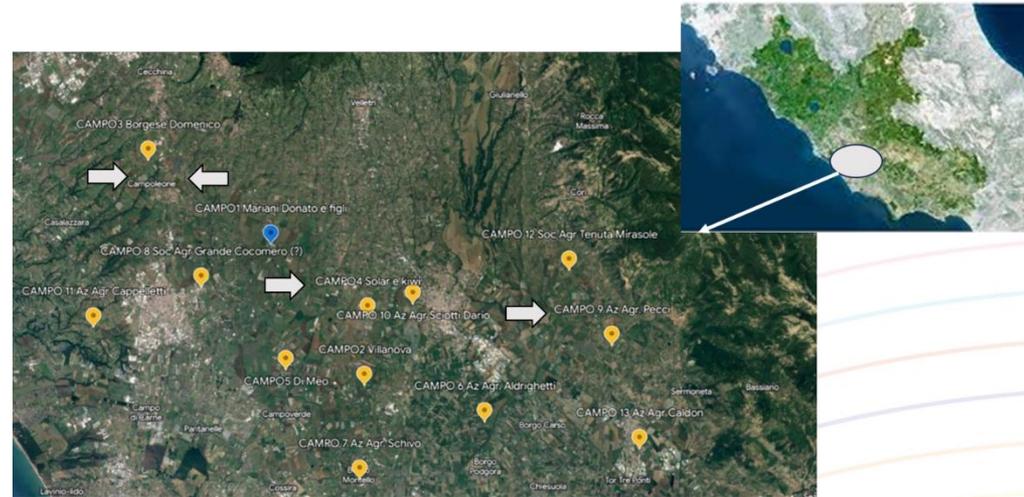
Actinidia macrosperma

Actinidia arguta

Actinidia polygama

Necessità di studi a lungo termine per valutare l'affinità di innesto, la reale tolleranza, la produttività, parametri qualitative, costi, etc.

Attività in corso



- ✓ Monitoraggio aziendale Regione Lazio
- ✓ Ricerca di indicatori di malattia (analisi del microbiota e stima della biomassa totale di funghi e batteri, diversa composizione di popolazioni di microartropodi con metodi convenzionali e molecolari, analisi fisico/chimiche, attività enzimatiche del suolo)
- ✓ effetto sul microbiota di trattamenti di biofumigazione con prodotto commerciale "Biofence FL" a base di *Brassica carinata* (4 trattamenti con fertirrigazione su 2 aziende)

Gruppo di Lavoro «Moria del KIWI»:

CREA-DC: *Salvatore Vitale, Anita Haegi, Nicoletta Pucci, Stefania Loreti, Valeria Scala, Alessandro Grottoli, Lucia Pirone, Laura Luongo, Maria Teresa Valente, Alessia L'Aurora, Riccardo Fiorani.*

ZESPRI: *Irene Donati*

ApoFruit: *Fabio Marocchi*

Università Sapienza di Roma: *Prof. Massimo Reverberi, Prof. Luigi Faino*

Progetto AGRITECH, SPOKE 2, WP 2.1, Task 2.1.2

«Meccanismi alla base del rapporto tra biodiversità, servizi in superficie e sotterranei a sostegno della produzione primaria e salute delle colture»

Progetto «QualityKiwi»

PSR MISURA 16 "COOPERAZIONE", SOTTOMISURA 16.2

16.2 - Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie

16.2.1 - Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie



Grazie per
l'attenzione