

# Le principali avversità dell'actinidia: prevenzione e difesa nell'era dei cambiamenti climatici



GdL ACTINIDIA

MACFRUT 2022

6 Maggio 2022

*Prof. Giorgio M. Balestra*

*Drr. Antonella Cardacino, Daniele Schiavi*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
TUSCIA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE  
E FORESTALI

# Che cos'è il cambiamento climatico?

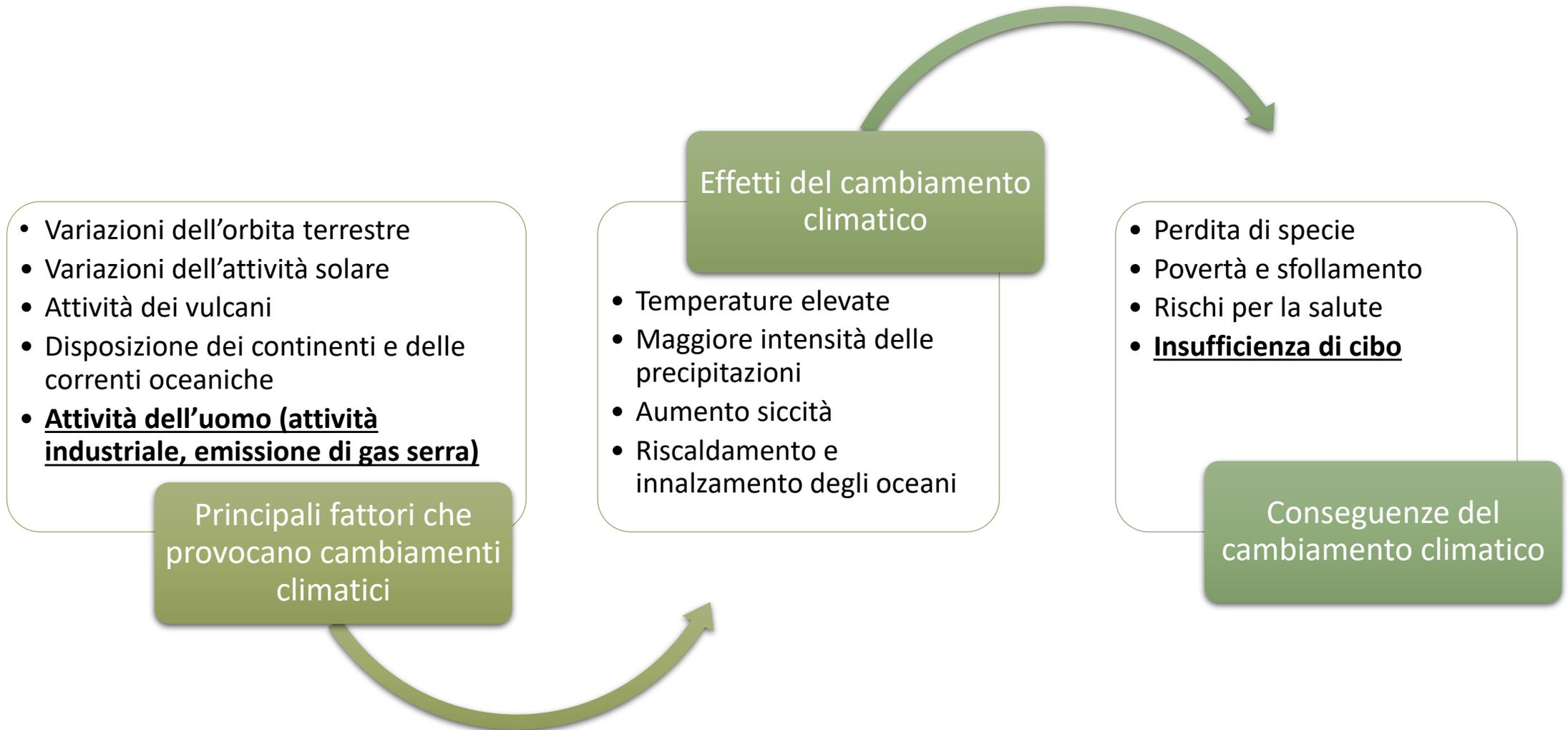


Per **cambiamento climatico** si intende la variazione a lungo termine delle temperature e dei modelli metereologici.

Queste variazioni possono avvenire in maniera naturale, tuttavia a partire dal XIX secolo, le **attività umane** sono state il fattore principale all'origine dei cambiamenti climatici, imputabili essenzialmente alla **combustione dei combustibili fossili che producono gas in grado di trattenere il calore.**

*Fonte: ONU*

# Il cambiamento climatico nel mondo



# Il cambiamento climatico

Le emissioni di gas serra tra il 2010 e il 2019 sono state più alte di qualsiasi altro decennio della storia umana, e rischiamo di esaurire la finestra di azione possibile per limitare il riscaldamento globale a 1,5°C.

Dal 2011 le concentrazioni in atmosfera hanno continuato ad aumentare, superando nel 2019 medie annuali di 410 ppm per l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), 1.866 ppb per il metano (CH<sub>4</sub>), e 332 ppb per il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O). Nel 2021 la concentrazione media delle emissioni di CO<sub>2</sub> è arrivata a 416 ppm.

La temperatura superficiale globale è aumentata più velocemente a partire dal 1970 che in qualsiasi altro periodo di 50 anni degli ultimi 2000 anni.

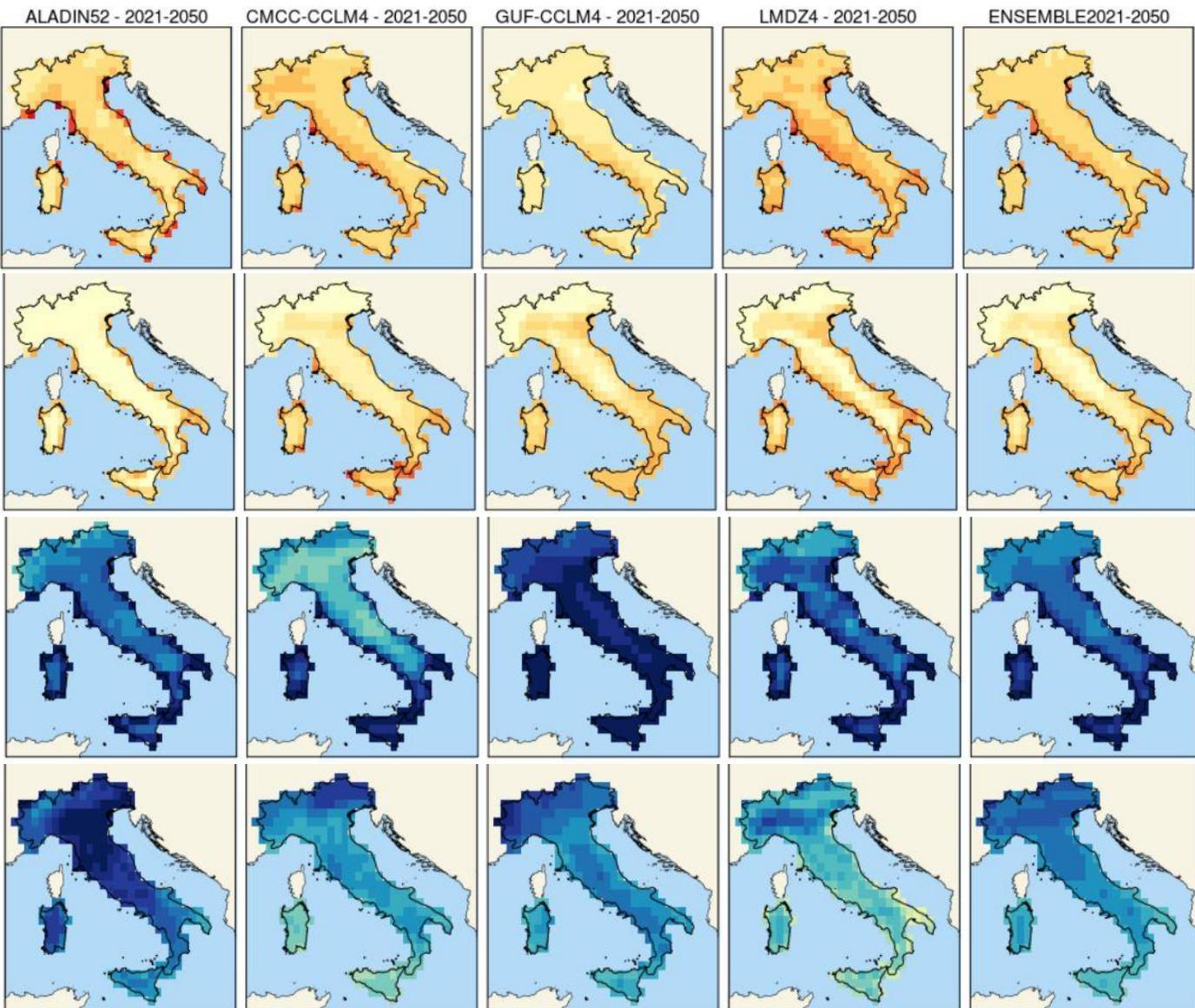
La temperatura superficiale terrestre nel Mediterraneo è già aumentata di 1,5°C, ma potrebbe aumentare drammaticamente per la fine del secolo, sino a 5,6°C, in relazione alle emissioni di CO<sub>2</sub>

La siccità è diventata più frequente e intensa, specie nei Paesi del Nord del Mediterraneo, e il livello delle precipitazioni, diminuirà tra il 4 e il 22%. Tra il 1970 e il 2019, il 7 % di tutti gli eventi catastrofici nel mondo sono stati legati alla siccità.

**Senza una riduzione immediata e profonda delle emissioni in tutti i settori, limitare il riscaldamento globale a 1,5°C entro il 2030 è fuori portata.**



# Il cambiamento climatico in Italia\_Le Temperature



Giorni caldi/Ondate di calore  
**aumento**

Notti calde/tropicali  
**aumento**

Giorni con gelo  
**diminuzione**

Giorni e Notti fredde  
**diminuzione**

**2021 - 2050**

# Il cambiamento climatico in Italia\_Le Precipitazioni

Media nazionale

**Diminuzione (primavera/estate)**

Intensità

**Aumento (primavera/estate)**

Giorni molto piovosi

**Aumento**

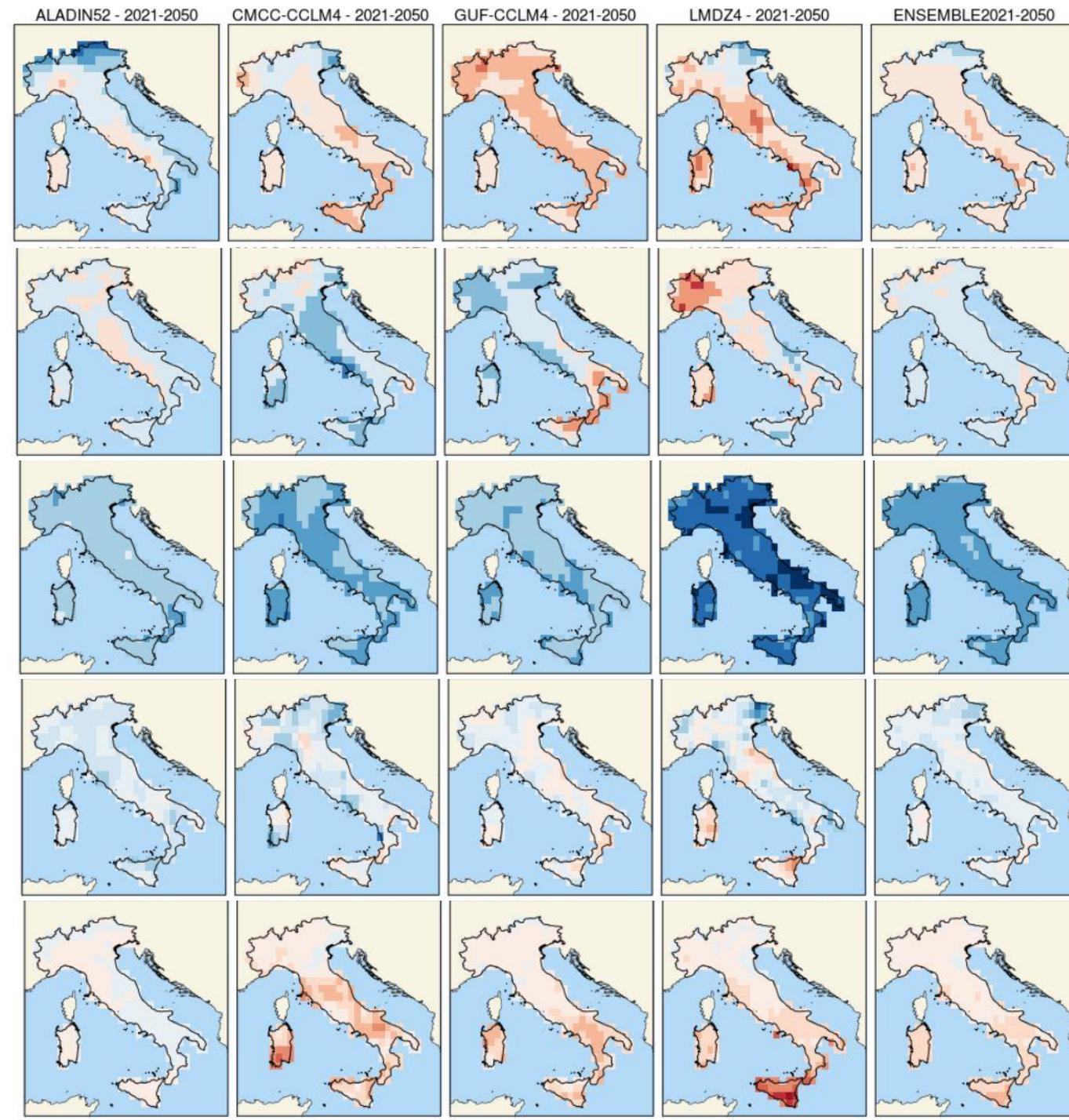
Max giornaliera

**Aumento**

Assenza per gg consecutivi

**Aumento (Sud)**

**2021 - 2050**

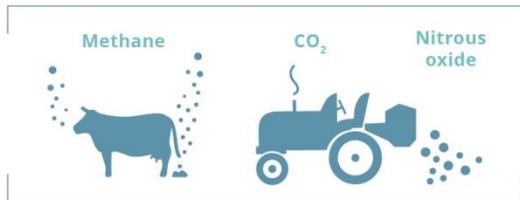


# Il cambiamento climatico e l'agricoltura

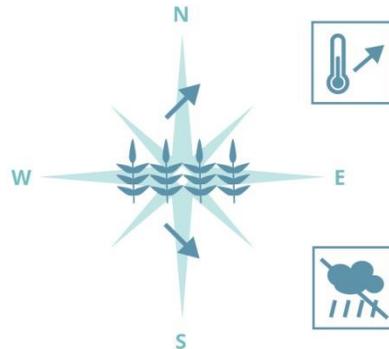
## Causa



Agriculture accounts for 10% of the EU's greenhouse-gas emissions.



**-24%** From 1990 to 2012, greenhouse-gas emissions from agriculture in the EU decreased by 24%.



In southern Europe extreme heat events and reduced precipitation and water availability are expected to reduce crop yields, while the suitability for growing crops may improve in northern Europe.

### Greenhouse-gas emissions from agriculture can be reduced further by:

-  Better integration of innovative techniques
-  Greater efficiency in meat and dairy production
-  Capturing methane from manure
-  Reducing food waste
-  More efficient use of fertilisers
-  Consuming less meat and other products with high carbon footprint

## Globally

**+14%** Between 2001 and 2011, greenhouse-gas emissions from crop and livestock production grew by 14%.

**+70%** The demand for food is expected to grow by up to 70% in coming decades.

## Did you know?



Meat and dairy products have the highest global footprint of carbon, raw materials and water per kilogramme of any food.



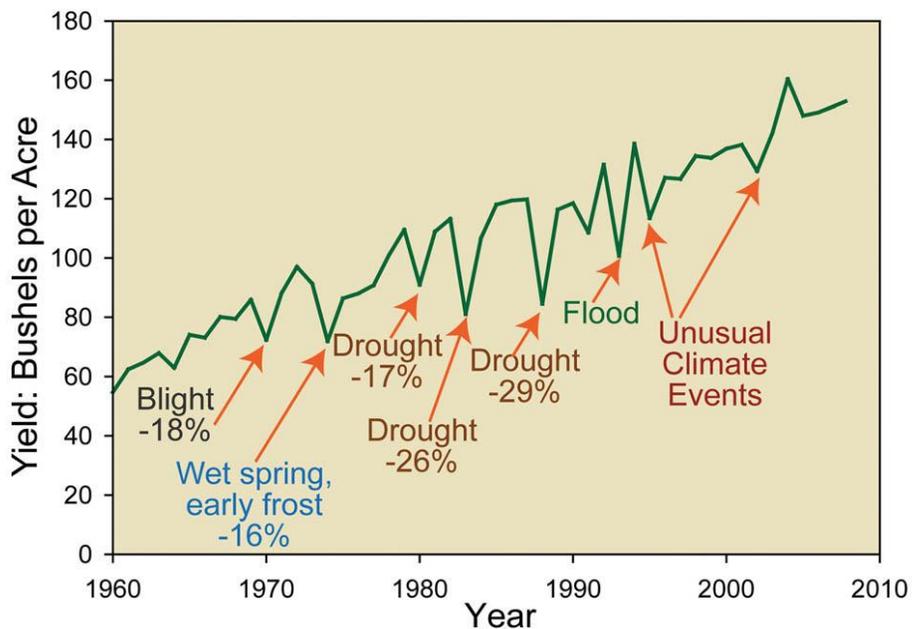
Post-farm transport and processing account for only a tiny fraction of the emissions linked to food.



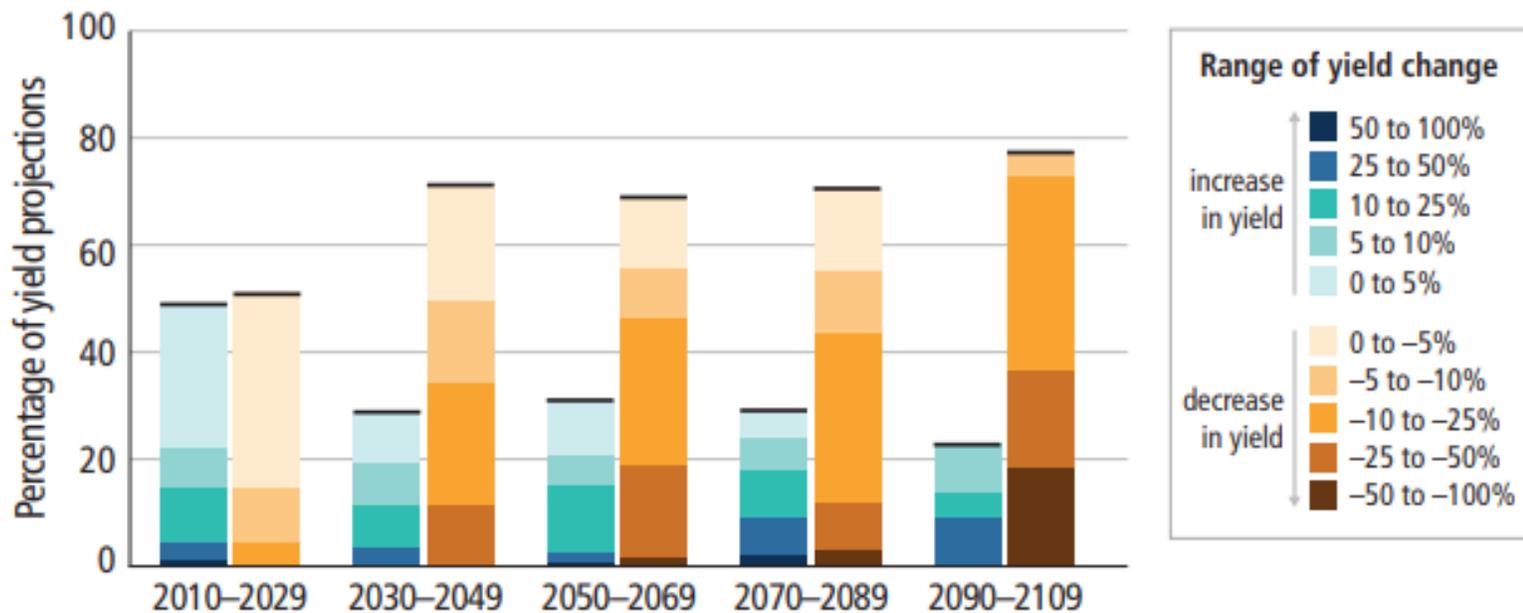
Sources: EEA, 2015. European Environment — state and outlook 2015: Agriculture. Eurostat, 2014. Statistics explained: Agricultural production — crops ([ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural\\_production\\_-\\_crops](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_crops)).

# Il cambiamento climatico e l'agricoltura

## Conseguenze



Effetti degli eventi climatici estremi sulle rese di mais (USGCRP)



International Panel on Climate Change

# Cambiamenti climatici ed emergenze fitosanitarie

## I cambiamenti climatici:

- Influenzano la resistenza delle piante ai patogeni;
- Sono in grado di rimodellare le interazioni ospite-patogeno;
- Modificano la resistenza dell'ospite al patogeno attraverso l'**alterazione della fisiologia dell'ospite** e dell'**aggressività del patogeno**
- Influenzano lo sviluppo spaziale e temporale delle fitopatie;



### STRESS IDRICO

- Chiusura degli stomi
- Riduzione fotosintesi
- Inibizione crescita fogliare e cambiamenti della struttura radicale



### STRESS DA CALORE

- Accumulo ROS
- Appassimento
- Bruciatura delle foglie e filloptosi

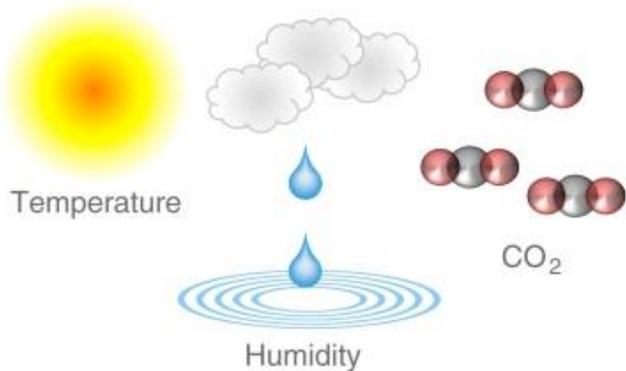


### ALLAGAMENTO

- Riduzione O<sub>2</sub> a livello radicale
- Ipossia
- Stress ossidativo
- Riduzione assorbimento di nutrienti

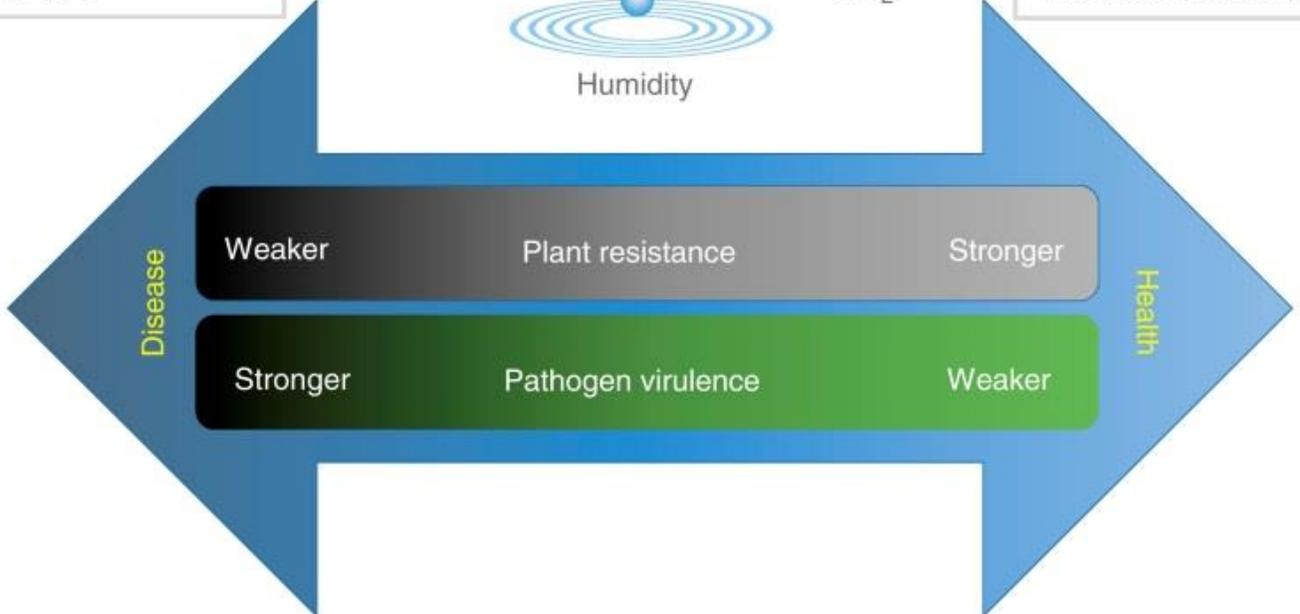
# Cambiamenti climatici ed emergenze fitosanitarie

Environmental variables



**Plant physiological status**  
Altered growth pathways  
Weaker immune response  
Altered abiotic response

**Plant physiological status**  
Normal growth pathways  
Stronger immune response  
Normal abiotic response

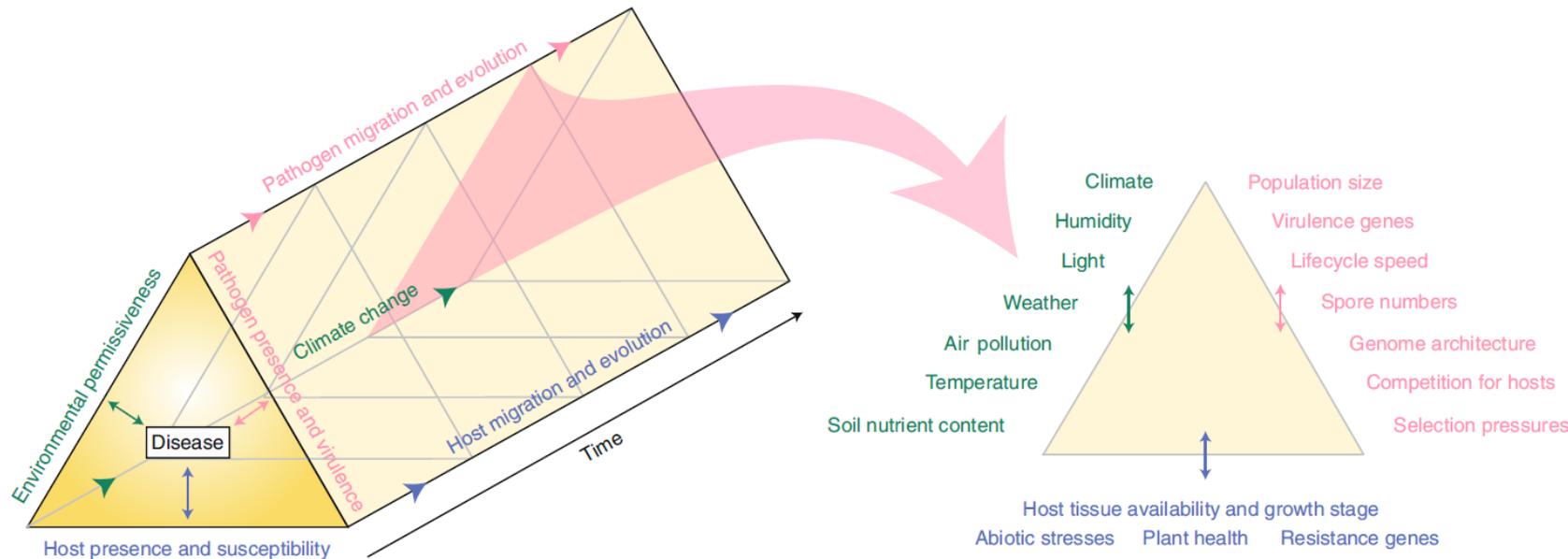


**Pathogen status**  
Stronger pathogen survival  
Stronger spore germination  
Stronger virulence factor expression  
Stronger virulence factor delivery

**Pathogen status**  
Weaker pathogen survival  
Weaker spore germination  
Weaker virulence factor expression  
Weaker virulence factor delivery

**Impatto delle condizioni ambientali sulle interazioni pianta-patogeno**  
(Velásquez et al., 2018)

# Cambiamenti climatici ed emergenze fitosanitarie



Parametrizzazione del triangolo della malattia nel tempo  
(Fones et al., 2020)

L'aumento della temperatura potrebbe provocare lo **spostamento di zone agro-climatiche** verso i poli e quindi il **cambiamento della distribuzione geografica delle attuali fitopatie** con l'introduzione di patogeni in nuove aree.

Comprendere gli effetti del cambiamento climatico sull'insorgenza delle malattie è quindi cruciale ed è necessario adottare appropriate **misure di prevenzione e controllo**.

# È possibile prevedere gli effetti del cambiamento climatico sulla diffusione dei patogeni ?

Differenti fitopatie, sia endemiche che emergenti, sono supportate a determinare sempre più danni e perdite dai cambiamenti climatici, minacciando la sicurezza alimentare in molte delle aree più vulnerabili del mondo.

Per affrontare queste grandi sfide, disponiamo di differenti strumenti che includono il monitoraggio, la detection ed i modelli predittivi per prevedere e prevenire futuri focolai al fine di mitigare future pandemie vegetali.

L'approccio più comune per prevedere lo sviluppo delle malattie delle piante è basato sulla **creazione di modelli** in cui sono **note le caratteristiche dell'agente patogeno e le sue condizioni di sviluppo ottimali**.

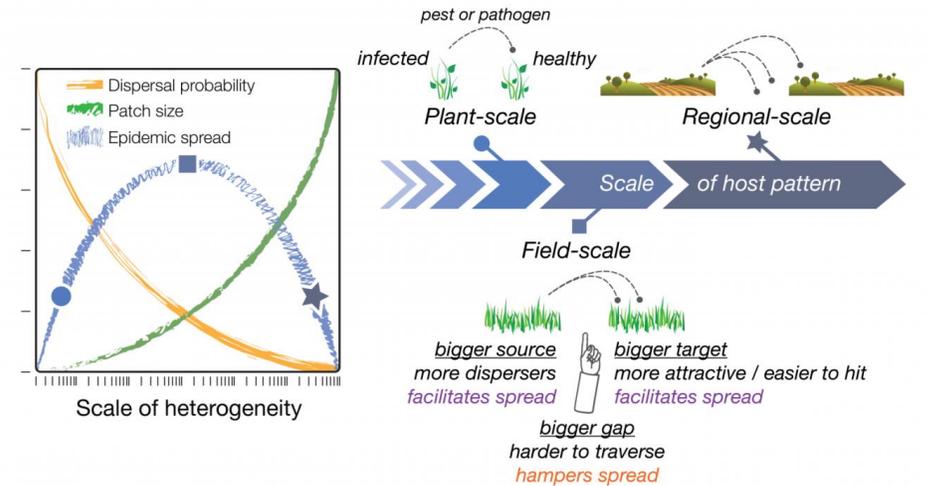
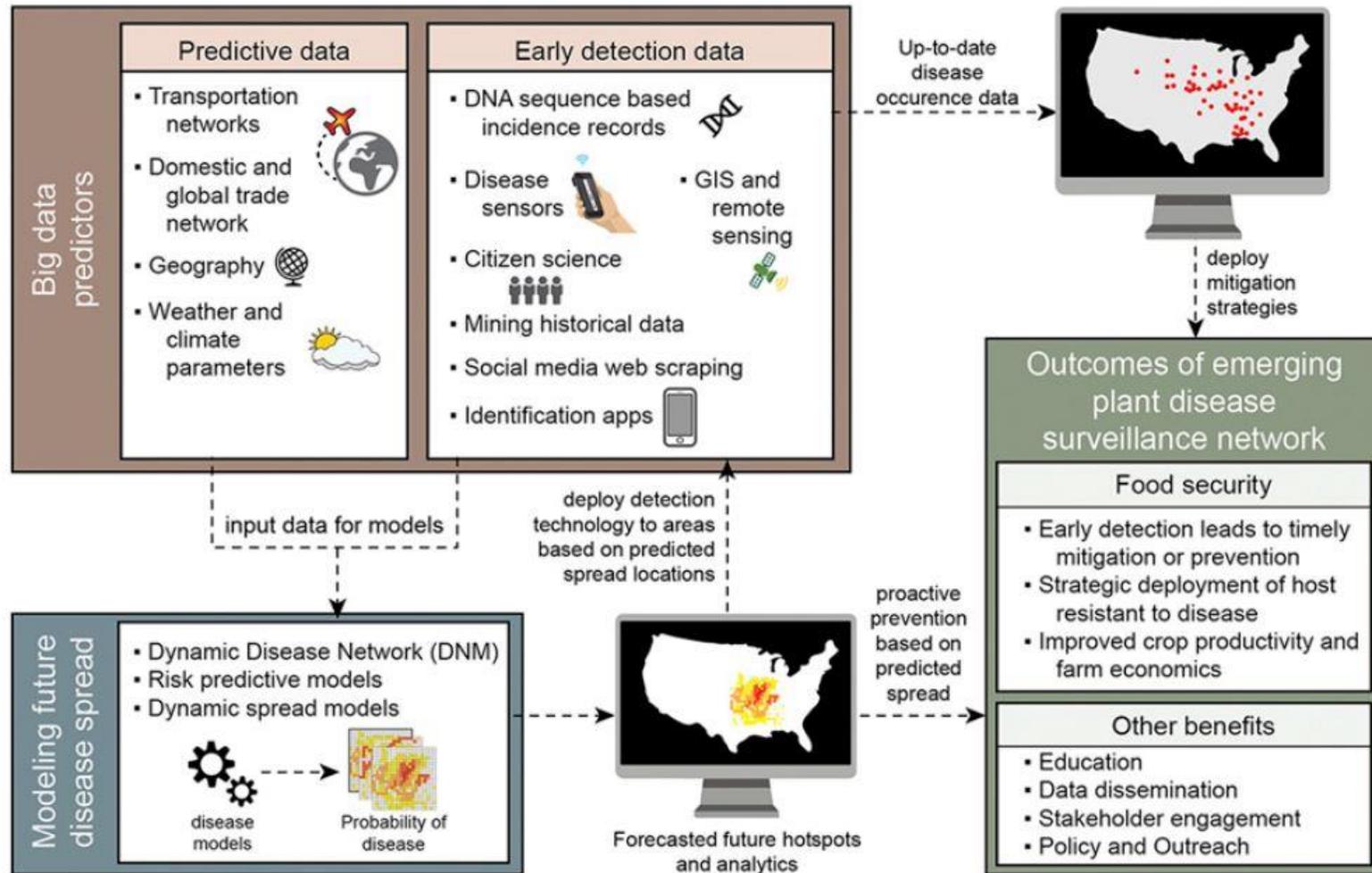


Diagramma concettuale dell'ipotesi di scala di dispersione  
(The James Hutton Institute)

# Cambiamenti climatici ed emergenze fitosanitarie

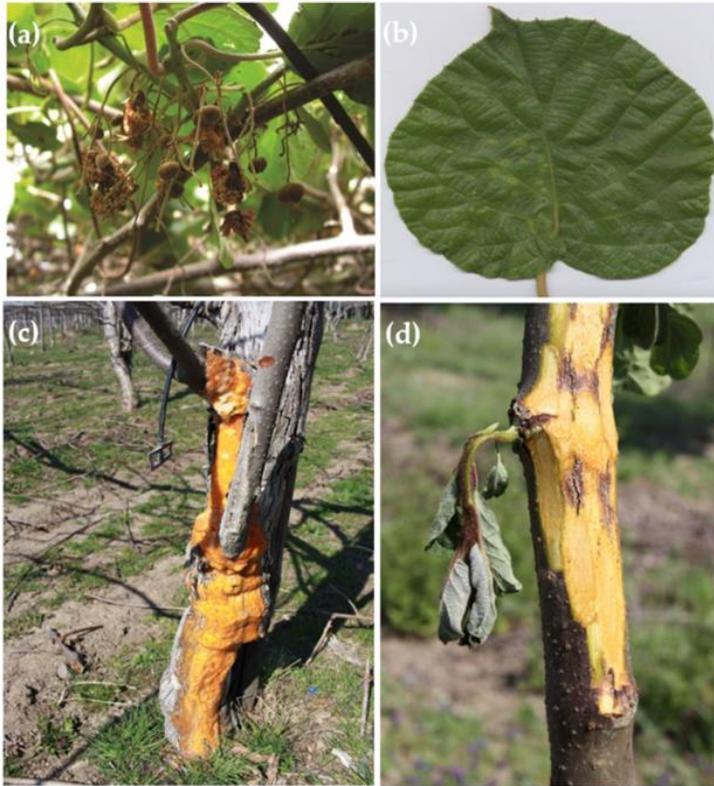


**Peronospora  
(*Phytophthora infestans*)  
su patata e pomodoro)**

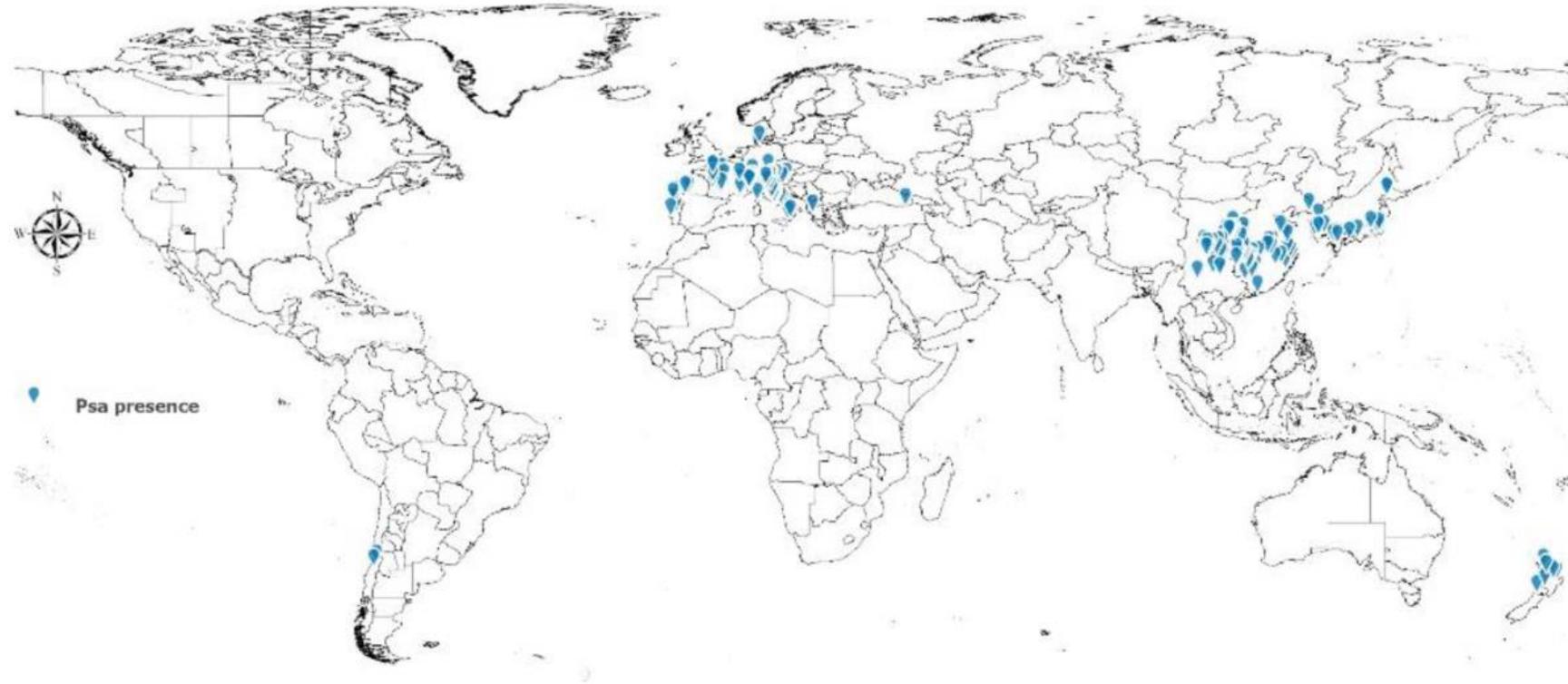
**Fattori critici e analisi dei dati necessari per una rete di sorveglianza di emergenze fitosanitarie.** I dati includono dati predittivi come reti di trasporto e commercio, geografia, parametri meteorologici e climatici e dati di rilevamento precoce come dati sulla sequenza del DNA, rilevamento del patogeno tramite sensori, applicazioni di identificazione, estrazione di dati storici ed educazione dei cittadini e. È possibile implementare strategie avanzate di monitoraggio e mitigazione proattiva degli hotspot futuri previsti. La diagnosi precoce delle malattie delle piante porta a un'implementazione più tempestiva di strategie di mitigazione.

# Il caso Psa

La pandemia vegetale su piante di *Actinidia spp.* causata dal batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) ha causato enormi perdite economiche in particolare in **Italia** e **Nuova Zelanda** e, ad oggi, si è diffusa anche in alcune aree dell'Asia orientale e dell'Europa sud-orientale. In NZ nel 2014 le perdite sulle esportazioni sono state di circa € 570 mil e, nel 2012, è stato stimato che i costi da Psa al 2027 saranno per ulteriori € 550 mil.

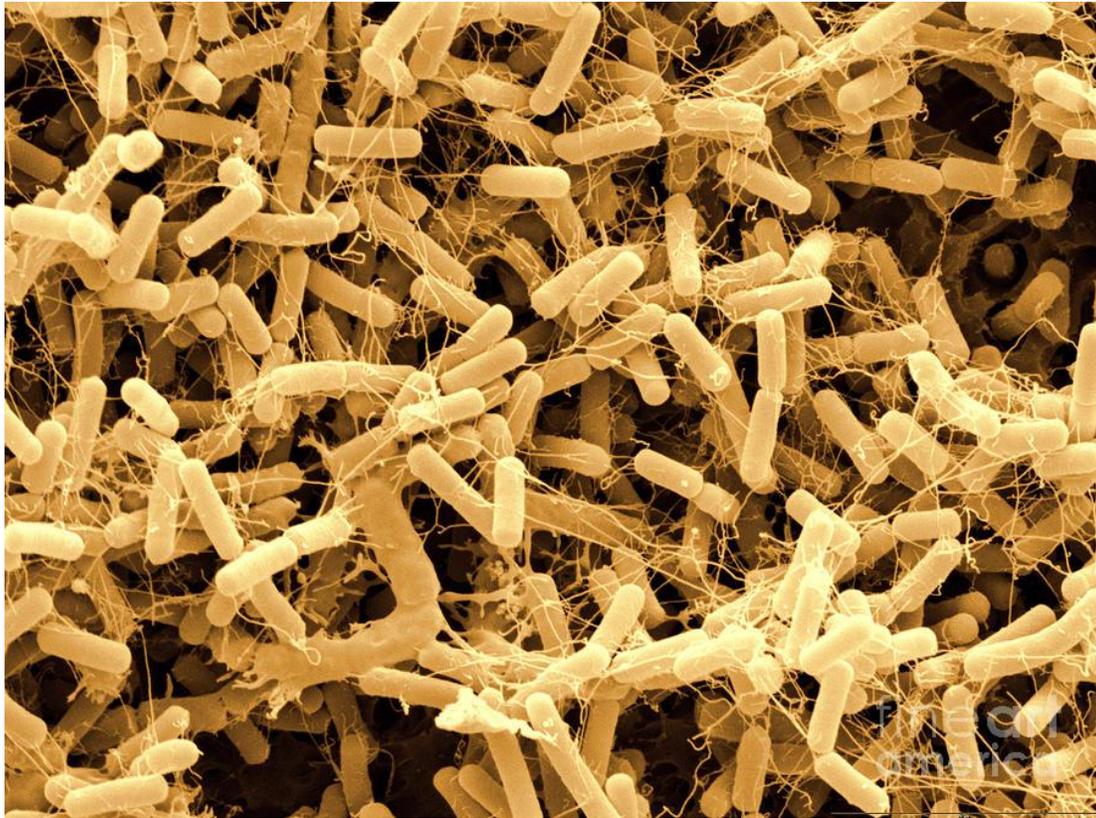


Sintomi da Psa su a) gemme e fiori, b) foglia, c) tronco e d) nuovi germogli di actinidia.



Attuale distribuzione mondiale del cancro batterico dell'actinidia (Psa).

# Il caso Psa



Colonie di *Bacillus amyloliquefaciens* (ScyMat).

## Strategie di contenimento:

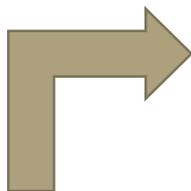
- Bruciatura del materiale infetto
- Eradicazione delle piante malate
- Interventi con sali di rame
- Impiego di materiale certificato
- Apporti nutrizionali equilibrati
- Chiusura dei tagli di potatura/disinfezione utensili
- Impiego di antagonisti naturali/induttori di resistenza, principi attivi di origine naturale



**Psa, Piemonte 4/22**



# Il caso Psa



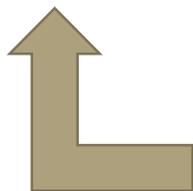
## Autunno:

Ripresa dell'attività biologica

Infezioni tramite raccolta frutti e cascola foglie,

Reinfezioni tramite aperture naturali, ferite,

Eventi meteorici



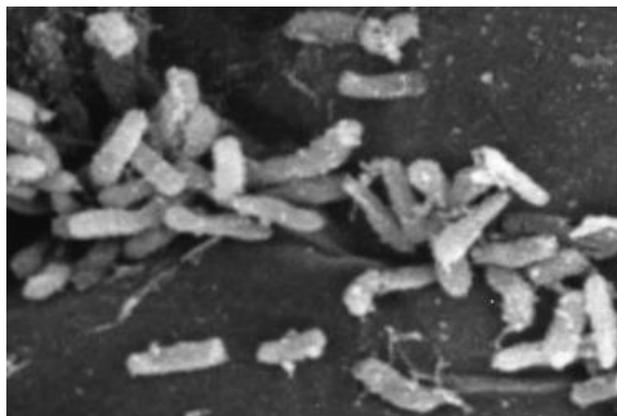
## Inverno:

Riduzione dell'attività biologica

Sopravvivenza nei cancri,

Reinfezioni tramite aperture naturali e ferite,

Eventi meteorici



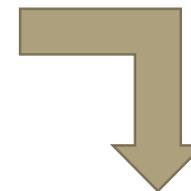
## Estate:

Riduzione dell'attività biologica

Sopravvivenza nei nuovi tralci e nelle ferite

Reinfezioni tramite aperture naturali, operazioni colturali,

Eventi meteorici



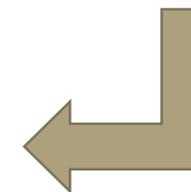
## Primavera:

Incremento dell'attività biologica

Infezioni tramite aperture naturali e ferite

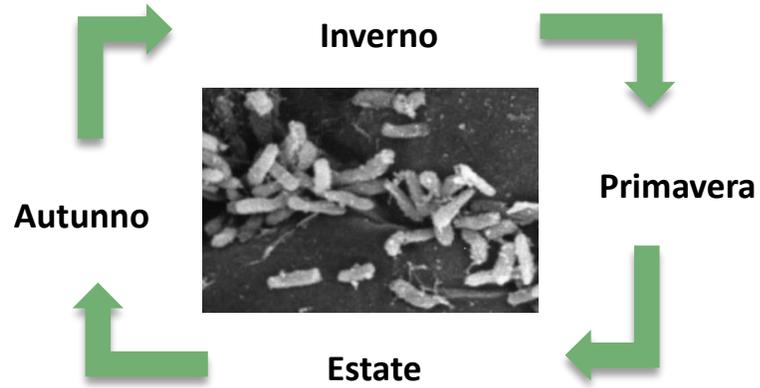
Reinfezioni tramite essudati, operazioni colturali,

Eventi meteorici



Psa, Veneto 4/22

# Il caso Psa



## Aumento di condizioni climatiche favorevoli a Psa:

- Gelate tardive
- Temporalì e grandinate estive
- Mancanza di piogge
- Inondazioni dei terreni
- Fabbisogni in freddo/caldo non rispettati



**Aumento dei fattori ad elevato rischio**

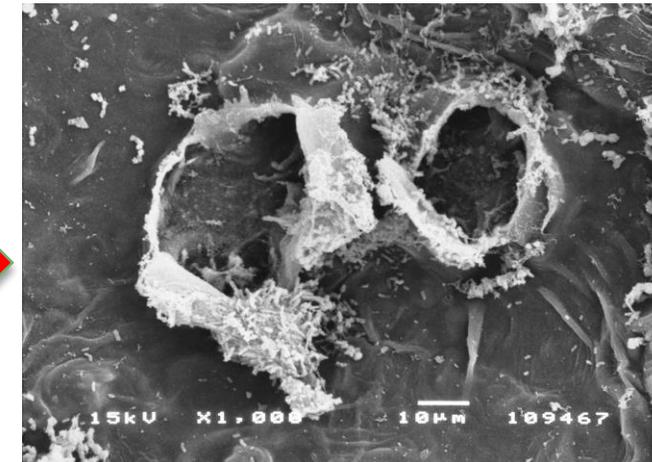
**Aumento dei periodi ad elevato rischio**



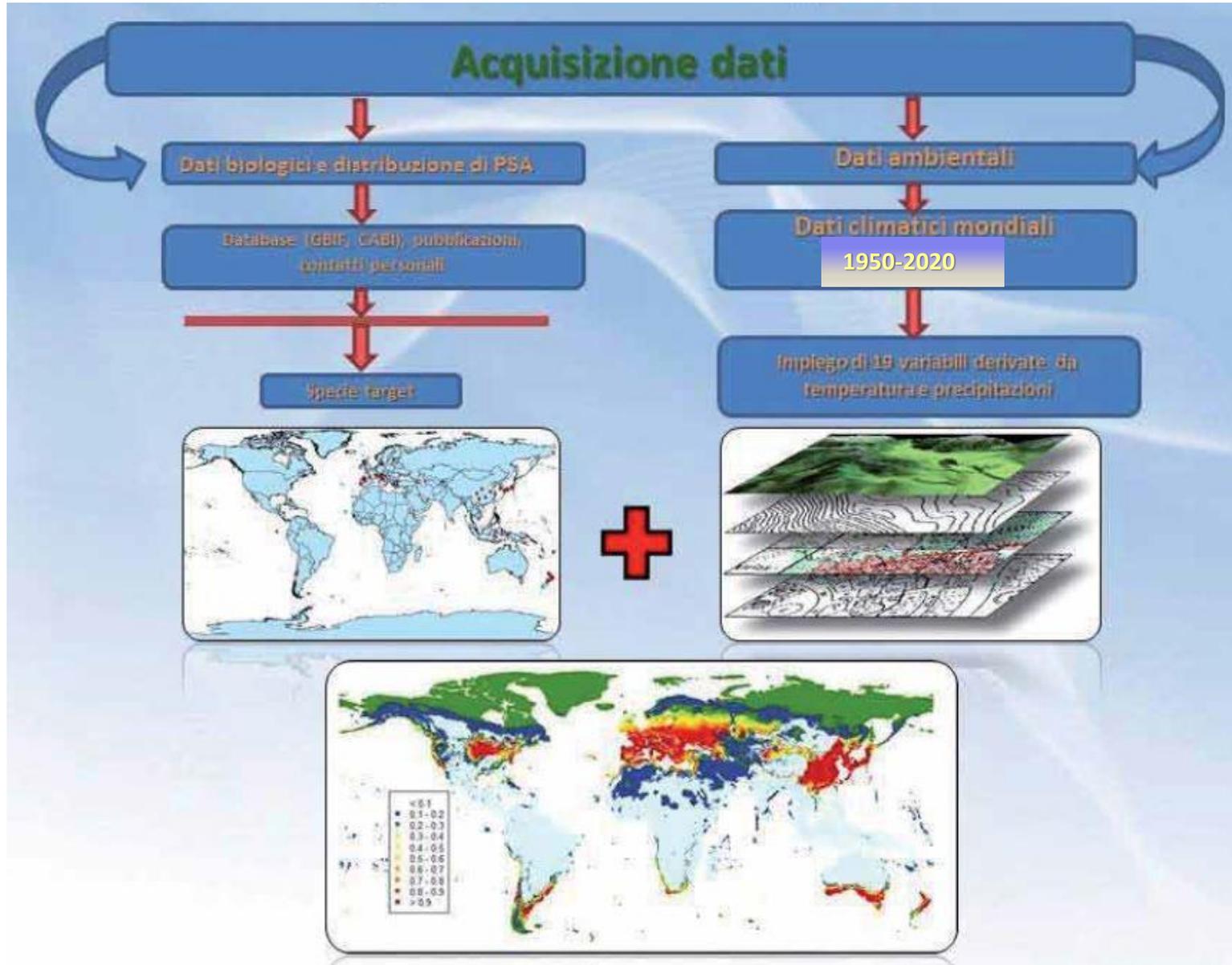
**Psa, Lazio 4/22**



**Psa**



# Distribuzione globale di Psa



Indice	Parametri	Valori	Unità
DV0	Soglia minima di temperatura	5	°C
DV1	Temperatura minima ottimale	12	°C
DV2	Temperatura massima ottimale	20	°C
DV3	Soglia massima di temperatura	27	°C
SM0	Soglia minima di umidità del suolo	0,5	–
SM1	Umidità minima ottimale del suolo	0,8	–
SM2	Umidità massima ottimale del suolo	2	–
SM3	Soglia massima di umidità del suolo	3	–
TTCS	Soglia di temperatura per lo stress da freddo	5	°C
THCS	Tasso di temperatura per lo stress da freddo	-0,0005	Settimana <sup>-1</sup>
DTCS	Soglia gradi-giorno per lo stress da freddo	15	°C
DHCS	Tasso gradi-giorno per lo stress da freddo	-0,0001	Settimana <sup>-1</sup>
TTHS	Soglia di temperatura per lo stress termico	30	°C
THHS	Tasso di temperatura per lo stress termico	0,0005	Settimana <sup>-1</sup>
SDMS	Soglia per lo stress da siccità	0,2	Settimana <sup>-1</sup>
HDS	Tasso per lo stress da siccità	-0,005	Settimana <sup>-1</sup>
SMWS	Soglia per lo stress da umidità (1-10)	2	–
HWS	Tasso per lo stress da umidità	0,001	Settimana <sup>-1</sup>

Variabili	Contributo percentuale
BI01 = Temperatura media annuale	20,1
BI08 = Temperatura media del trimestre più piovoso	19,5
BI013 = Precipitazioni del mese più piovoso	18,7
BI010 = Temperatura media del trimestre più caldo	9,8
BI012 = Precipitazioni annuali	8,9
BI05 = Temperatura massima del mese più caldo	8,2
BI09 = Temperatura media del trimestre più secco	4,0
BI017 = Precipitazioni del trimestre più secco	3,9
BI03 = Isotermicità <sup>1</sup>	2,8
BI06 = Temperatura minima del mese più freddo	2,0
BI014 = Precipitazioni del mese più secco	1,7
BI02 = Media dell'intervallo diurno	0,4

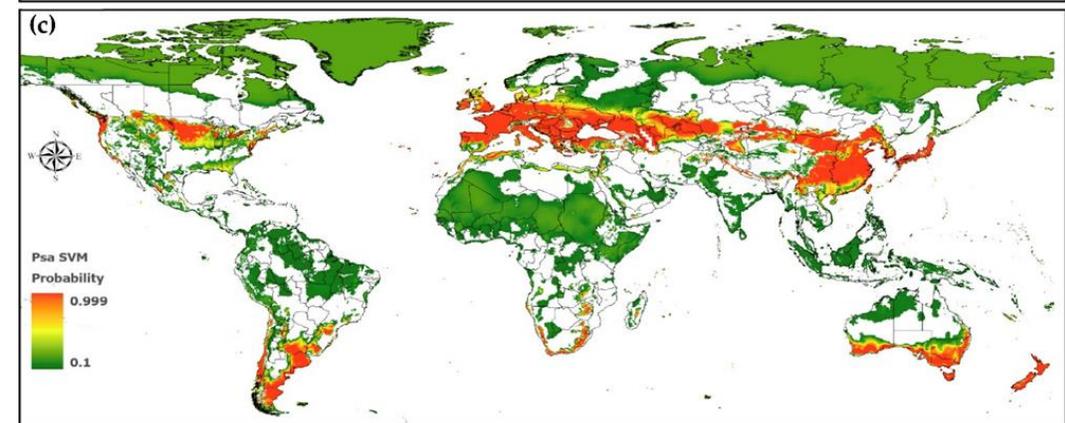
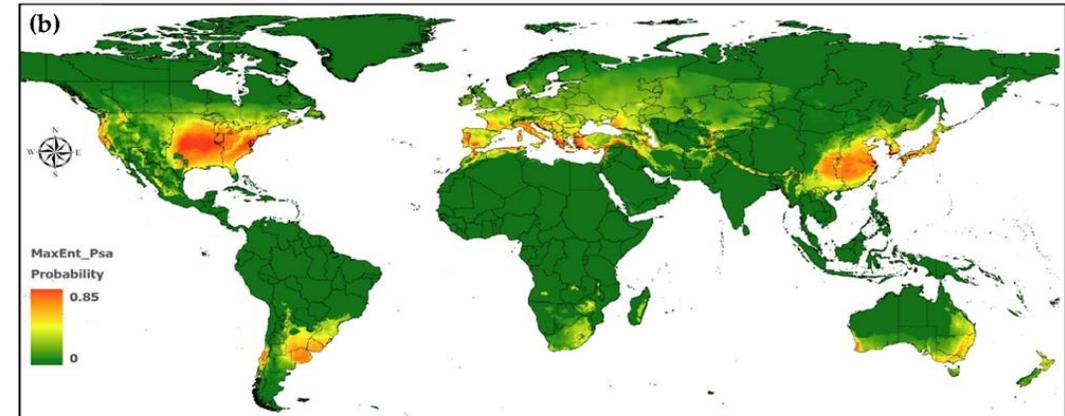
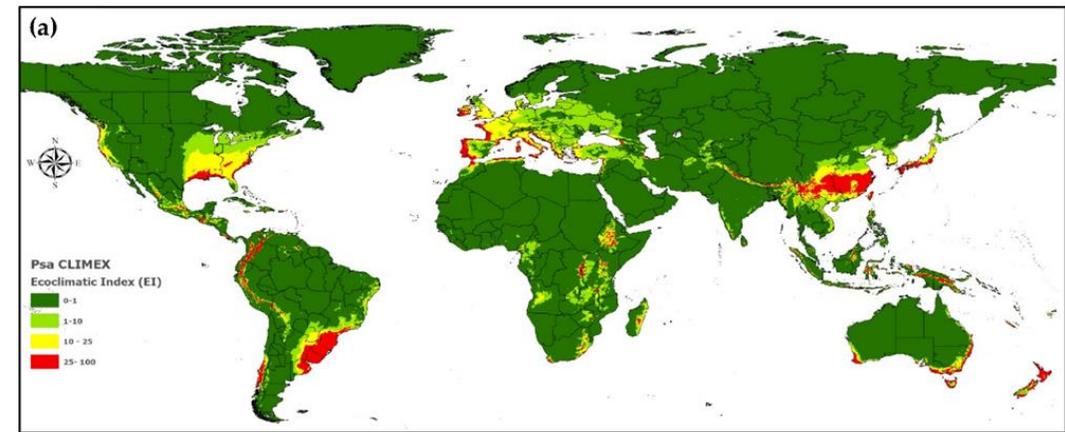
<sup>1</sup>Temperatura media annuale/ Media dell'intervallo diurno (\*100).

# Distribuzione globale di Psa

La distribuzione potenziale a livello globale di Psa risulta molto complessa da stimare attraverso modelli delle specie su scala locale e regionale.

In un recente studio, le potenziali aree a rischio di distribuzione di Psa sono state valutate su scala globale utilizzando **tre modelli** basati sulla comparazione e analisi di diversi parametri bioclimatici.

Sono state sviluppate delle **mappe predittive sulla distribuzione di Psa**, nel medio e nel lungo termine.



Idoneità climatica per il cancro batterico dell'actinidia su scala globale proiettata da (a) CLIMEX, (b) MaxEnt, (c) Multi-Model Framework



Cina



Cile



Grecia



Giappone

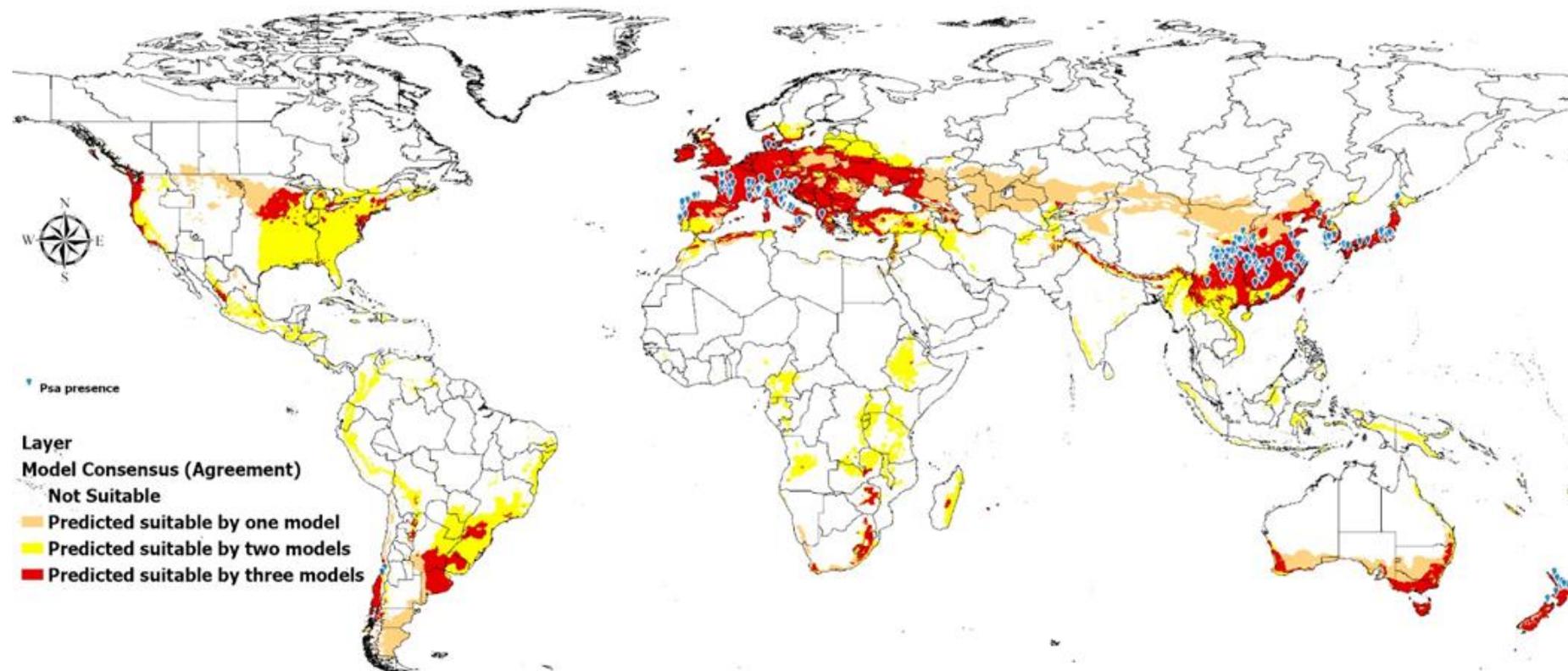
# Le nuove aree di diffusione di Psa



Psa, Korea

I risultati ottenuti dai 3 modelli sono stati combinati tra di loro per identificare le potenziali aree a rischio di diffusione ed infezione da Psa in tutto il mondo.

Sono state identificate **nuove aree** in cui è molto probabile una diffusione di Psa come **USA, Iran, Sud Africa ed Europa Nord-occidentale (Belgio, Danimarca).**



Aree a livello globale più idonee alla diffusione di Psa

# Morìa dell'Actinidia



Dal 2012 minaccia il futuro della produzione di kiwi in Italia, facendo registrare una **perdita nazionale pari al 13%** .

E' una malattia complessa che, all'atto pratico limita la coltivazione ed il reimpianto, e ne consegue spesso, dismissione e difficoltà di conversione degli impianti di coltivazione, e di commercializzazione.

Dal 2012 al 2021 circa **7.200 ettari** sono stati **compromessi dalla sindrome Morìa**, fra superfici morte e impianti attualmente in sofferenza.



Imbrunimenti diffusi dell'apparato radicale, degrado delle radici, riduzione capacità di assorbimento



Processo di avvizzimento irreversibile e rapido, visibile soprattutto alla fine della stagione vegetativa



Perdita delle foglie e morte entro poche settimane

**TAB. 1 - SUPERFICI INTERESSATE A FENOMENI DI MORIA DELL'ACTINIDIA IN ITALIA**

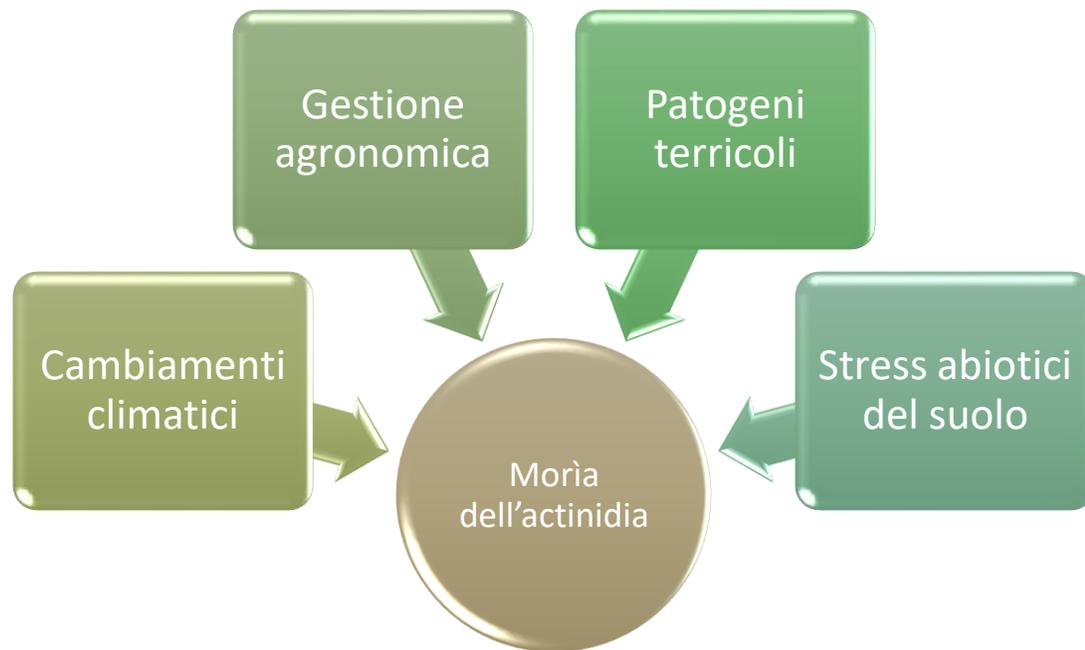
Regione: aree interessate a moria del kiwi	Superficie investita a kiwi nel 2018 (ha)	Superficie colpita da 'moria' nel 2018 (ha)*	Superficie colpita da 'moria' nel 2020 (ha)*
<b>Piemonte:</b> Saluzzo e Lagnasco nel Cuneese e, in misura minore, Borgo d'Ale e Alice Castello nel Vercellese	4.194	1.000 (24%)	2.754 (66%)
<b>Veneto:</b> area del Veronese, a sud del Lago di Garda, nei comuni di Sommacampagna, Sona, Pescantina, Valeggio sul Mincio, Villafranca, Castelnuovo del Garda, Bussolengo, Lazise e Mozzecane	2.382	1.600 (67%)	2.000 (84%)
<b>Friuli Venezia Giulia:</b> media e bassa pianura friulana e pordenonese	650	60 ( 9%)	60 ( 9%)
<b>Emilia-Romagna:</b>	3.587	10 (<1%)	10 (<1%)
<b>Lazio:</b> provincia di Latina nel triangolo di Campoverde, Aprilia e Cisterna di Latina	6.486	300 ( 5%)	2.000 (20%)
<b>Calabria:</b> piana di Rosarno e Gioia Tauro	2.376	10 ( ?%)	10 ( ?%)
<b>Altre regioni italiane</b>	5.545	-	-
<b>Totale</b>	25.220	2.980 (12%)	6.834 (27%)

*Nota: \* Tra parentesi la percentuale sul totale delle superfici a kiwi del 2018. Stime relative al 2018 e al 2020, rielaborazione da Sorrenti et al 2019, Tacconi et al 2019, Savian 2020, Agrion 2020 com ist. Per le superfici investite a kiwi nel 2018, la fonte è il Cso di Ferrara"*

# Morìa dell'Actinidia

## Cause e attuali misure adottate

Gli studi sono principalmente focalizzati sulla comprensione dell'**eziologia della malattia** e delle **relazioni tra pianta e rizosfera**



Miglioramento pratiche agronomiche e delle tecniche irrigue

Impiego di trattamenti per promuovere lo stato di salute dell'apparato radicale



Scelta di portainnesti

# Morìa dell'Actinidia

**L'actinidia ha una rilevante sensibilità radicale e vascolare rispetto alle carenze di ossigeno e/o eccesso idrico**

Possibile correlazione tra elevate temperature, fertilità del suolo e Morìa

Precipitazioni meno frequenti ma di elevata entità ed intensità (bombe d'acqua);

Picchi termici estivi che si prolungano per più giorni;

Alcuni microrganismi già presenti nel suolo sono in grado di determinare marciumi e/o altri stress all'apparato radicale in condizioni di asfissia del suolo e di debolezza delle piante.

Sintomi riconducibili a Morìa sono stati segnalati in Nuova Zelanda a seguito di un ciclone che ha causato una pesante e prolungata inondazione dei frutteti.

A seguito di studi sulla fisiologia e sull'anatomia delle piante è stato (ri)dimostrato che l'actinidia ha un fabbisogno idrico significativo, ma è anche estremamente sensibile al ristagno idrico delle radici e alle condizioni anossiche del suolo.

Sono stati identificati dei microrganismi fitopatogeni in campioni di suolo e radici di piante sofferenti, ma non sono stati considerati la causa principale dell'avvizzimento delle piante. Negli ultimi anni, situazioni di avvizzimento repentino sono state segnalate anche dove non si hanno situazioni di ristagno idrico.

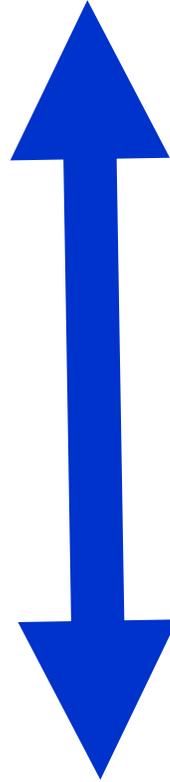


# Morìa dell'Actinidia

## Differenze di:

Cv,  
Sistemi di coltivazione,  
Lavorazioni del suolo,  
Acqua,  
Suolo,  
Nutrizione,  
Clima

Microrganismi ???



### KIWI / KIWI

Emilia - Romagna (Forlì - Cesena, Ravenna e Modena)  
Friuli (Udine e Pordenone)  
Veneto (Treviso - Padova e Verona)  
Lazio (Latina)  
Lombardia (Mantova)  
Calabria (Reggio Calabria e Catanzaro)  
Campania (Benevento)

## Considerando quanto ad oggi è noto:

Ridurre temperatura suolo;

Inerbimento;

Aumentare disponibilità di ossigeno  
a livello radicale;

Ridurre la compattazione del suolo;

Altre colture limitrofe ?;

Impedire nel sistema vascolare la  
formazione di strutture (tille) che  
bloccano la linfa;

Psa incrementa situazioni di stress.

# Microrganismi isolati ed associati a sintomi da Morìa

## Funghi

*Phytophthora infestans*, *Ph. megasperma*, *P. helicoides* e *D. tabescens* inducono sintomi riconducibili a Morìa a livello dell'apparato aereo e radicale; *Pythium* and *Cylindrocarpon* spp., *Phytophthora* (*P. vexans* e *P. chamaeophyphon*), *Desarmillaria*, *Fusarium* spp., *Pyrenochaeta*

*Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Clonostachys rosea*, *Ilyonectria liriodendri* (= *Cylindrocarpon liriodendri*) quest'ultimo noto per essere agente causale di una malattia dell'actinidia in Turchia caratterizzata da necrosi delle radici e avvizzimento e morte delle piante.

In Portogallo ed in Italia, *C. liriodendri* è risultato agente causale di cancri ed imbrunimenti del legno su vite.

## Batteri

*Clostridium bifermentans* and *C. subterminale*, *Erwinia* spp.



Primi sintomi a livello fogliare



In piante sintomatiche vengono emesse nuove radici assorbenti

# Miglioramento genetico (Psa e Moria)

Psa

*Actinidia arguta* ploidy level variation in relation to *P. s. pv. actinidiae* susceptibility. Cotrut et al (2013).

Multiple quantitative trait loci contribute to resistance to bacterial canker incited by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in kiwifruit (*Actinidia chinensis*) Tahir et al (2019).

QTL Mapping for Resistance to Cankers Induced by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) in a Tetraploid *Actinidia chinensis* Kiwifruit Population. Tahir et al (2020).

Exploring the expression of defence-related genes in *Actinidia* spp. after infection with *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) and pv. *actinidifoliorum* (Pfm): first steps. Nunes da Silva et al (2019).

Early Pathogen Recognition and Antioxidant System Activation Contributes to *Actinidia arguta* Tolerance Against *Pseudomonas syringae* Pathovars *actinidiae* and *actinidifoliorum* Nunes da Silva et al (2020).

La variazione del livello di ploidia è un fenomeno molto comune in *Actinidia* spp.. Selezioni *poliploidi* di *A. arguta* hanno evidenziato una minore suscettibilità a Psa rispetto agli individui diploidi *A. arguta*.

L'analisi trascrittomica ha permesso di selezionare e dei genotipi in *A. chinensis* in grado di esprimere tolleranza a Psa.

Si riporta l'elevata suscettibilità di *Actinidia chinensis* rispetto a *A. arguta* nei confronti di Psa e *P. s. pv. actinidifoliorum* (Pfm).

## Tolleranza a Psa di *Actinidia* spp.

## Suscettibilità cv. a Psa

*A. arguta* 😊

'verde' suscettibile

*A. deliciosa* 😐

'giallo' molto suscettibile

*A. chinensis* 😞

'rosso' estremamente suscettibile

## Moria

Porta-innesti:

Z1: ibrido di *A. chinensis* var. *deliciosa* per *A. arguta*;

SAV1 = Bounty 71: da semenzali di *A. macrosperma*

# Studi per la prevenzione e la difesa dell'actinidia (Psa)



Plant Physiology and Biochemistry

Volume 162, May 2021, Pages 258-266



Role of methyl jasmonate and salicylic acid in kiwifruit plants further subjected to Psa infection: biochemical and genetic responses

M. Nunes da Silva <sup>a, b</sup>, M.W. Vasconcelos <sup>b</sup>, V. Pinto <sup>a</sup>, G.M. Balestra <sup>c</sup>, A. Mazzaglia <sup>c</sup>, A. Gomez-Cadenas <sup>d</sup>, S.M.P. Carvalho <sup>a</sup>  



Physiological and Molecular Plant Pathology

Volume 114, April 2021, 101636



Improved MLVA typing reveals a highly articulated structure in *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* populations

A. Mazzaglia  , S. Turco, M.C. Taratufolo, M. Tati, Y. Jundi Rahi, L. Gallipoli, G.M. Balestra

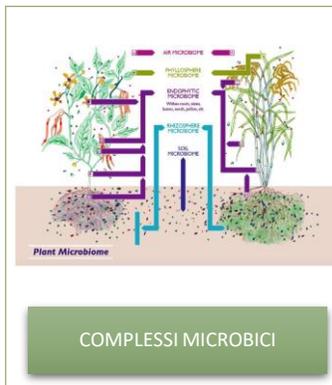
***Studi fisiologici su Actinidia***  
**(meccanismi di difesa di Psa)**

***Studi molecolari su Psa***

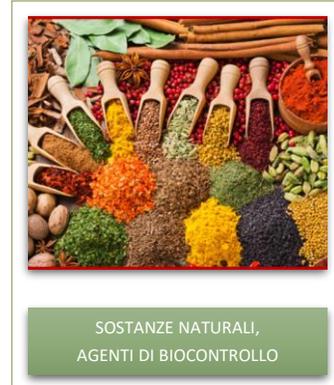
**(identificazione delle differenti popolazioni di Psa)**

**Barriere fitosanitarie/Certificazione materiale di prop.**

# Approcci innovativi nella difesa dell'actinidia



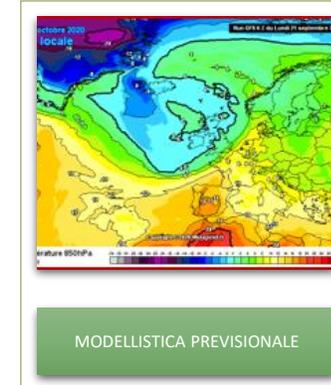
COMPLESSI MICROBICI



SOSTANZE NATURALI,  
AGENTI DI BIOCONTROLLO



NANOTECNOLOGIE



MODELLISTICA PREVISIONALE

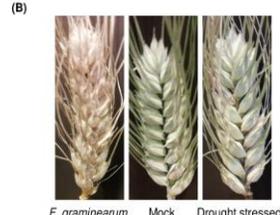
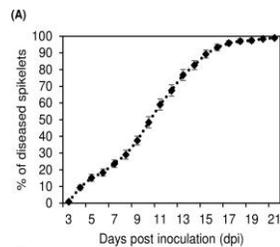
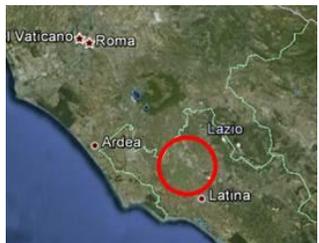
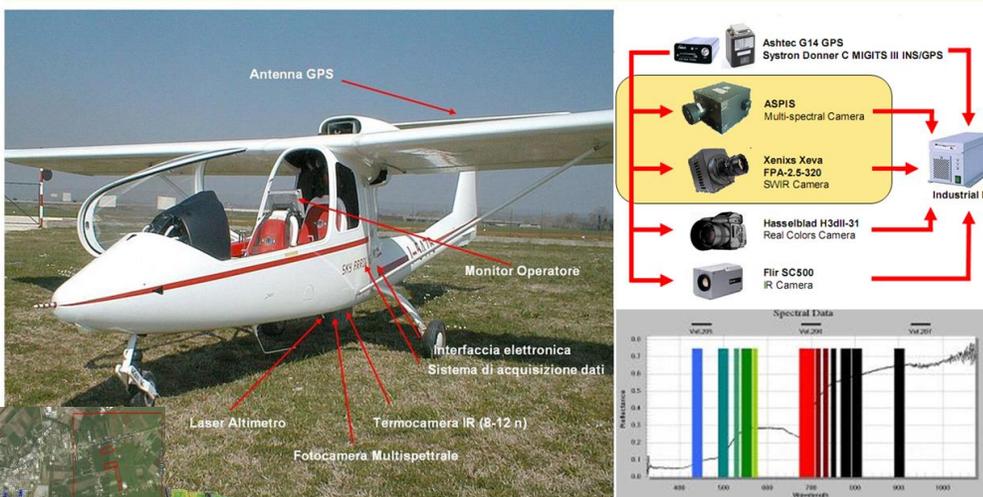


AGRICOLTURA DI PRECISIONE

# Mappatura della probabilità di diffusione (PSA)

# Agricoltura di precisione

## Sistema di telerilevamento ASPIS



PUBBLICAZIONI DEI RICERCATORI ITALIANI

### le Scienze

19 aprile 2021

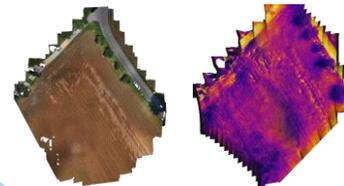
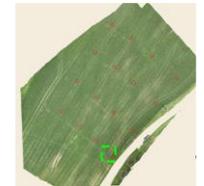
#### UAV-Based Thermal, RGB Imaging and Gene Expression Analysis Allowed Detection of Fusarium Head Blight and Gave New Insights Into the Physiological Responses to the Disease in Durum Wheat

Sara Francesconi<sup>1\*</sup>, Antoine Harfouche<sup>2</sup>, Mauro Maesano<sup>2</sup> and Giorgio Mariano Balestra<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture and Forest Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy; <sup>2</sup> Department for Innovation in Biological, Agro-Food and Forest Systems (IBAF), University of Tuscia, Viterbo, Italy

Abstract: Wheat is one of the world's most economically important cereal crop, grown on 220 million hectares. Fusarium head blight (FHB) disease is considered a major threat to durum (*Triticum turgidum* subsp. durum (Desfontaines) Huschke) and bread wheat (*T. aestivum* L.) cultivars and is mainly managed by the application of fungicides at anthesis. However, fungicides are applied when FHB symptoms are clearly visible and the spikes are almost entirely bleached (% of diseased spikelets > 80%), by which it is too late to control FHB disease. For this reason, farmers often react by performing repeated fungicide treatments that, however, due to the advanced state of the infection, cause a waste of money and pose significant risks to the environment and nontarget organisms. In the present study, we used unmanned aerial vehicle (UAV)-based thermal infrared (TIR) and red-green-blue (RGB) imaging for FHB detection in *T. turgidum* (cv. Marco Aurelio) under natural field conditions. TIR and RGB data coupled with ground-based measurements such as spike's temperature, photosynthetic efficiency and molecular identification of FHB pathogens, detected FHB at anthesis half-way (Zadoks stage 65, ZS 65), when the percentage (%) of diseased spikelets ranged between 20% and 60%. Moreover, in greenhouse experiments the transcripts of the key genes involved in stomatal closure were mostly up-regulated in *F. graminearum* inoculated plants, demonstrating that the physiological mechanism behind the spike's temperature increase and photosynthetic efficiency decrease could be attributed to the closure of the guard cells in response to *F. graminearum*! In addition, preliminary analysis revealed that there is differential regulation of genes between drought-stressed and *F. graminearum*-inoculated plants, suggesting that there might be a possibility to discriminate between water stress and FHB infection. This study shows the potential of UAV-based TIR and RGB imaging for field phenotyping of wheat and other cereal crop species in response to environmental stresses. This is anticipated to have enormous promise for the detection of FHB disease and tremendous implications for optimizing the application of fungicides, since global food crop demand is to be met with minimal environmental impacts.

Indirizzo: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.628575>



Multispectral cameras system

Camera	Ground width-height (m)	GSD (m)
Real colours	520 x 380	0.10 x 0.10
False colours	500 x 290	0.25 x 0.25
Thermal IR	350 x 260	1 x 1

## Previsione di diffusione stagionale



Monitoraggio di precisione della fusariosi della spiga del grano per la riduzione degli input chimici

# Sostanze naturali, Agenti di Biocontrollo, Modellistica Previsionale

J Plant Dis Prot  
DOI 10.1007/s41348-017-0096-6



ORIGINAL ARTICLE



## Microparticles containing gallic and ellagic acids for the biological control of bacterial diseases of kiwifruit plants

Antonio Rossetti<sup>1</sup> · Angelo Mazzaglia<sup>1</sup> · Massimo Muganu<sup>1</sup> · Marco Paolucci<sup>1</sup> · Maddalena Sguizzato<sup>2</sup> · Elisabetta Esposito<sup>2</sup> · Rita Cortesi<sup>2</sup> · Giorgio Mariano Balestra<sup>1</sup>

**Impiego di principi attivi naturali**

**in campo**



Article

## Effective Postharvest Preservation of Kiwifruit and Romaine Lettuce with a Chitosan Hydrochloride Coating

Elena Fortunati<sup>1,\*</sup> , Geremia Giovanale<sup>2</sup>, Francesca Luzi<sup>1</sup>, Angelo Mazzaglia<sup>2</sup>, Josè Maria Kenny<sup>1</sup> , Luigi Torre<sup>1</sup> and Giorgio Mariano Balestra<sup>2,\*</sup>

**Impiego di principi attivi naturali**

**in post-raccolta**

Phytopathologia Mediterranea  
The international journal of the  
Mediterranean Phytopathological Union

Firenze University Press  
www.fupress.com/pm

Research Papers

## *Bacillus*-based products for management of kiwifruit bacterial canker



**Citation:** E. Biondi, L. Gallipoli, A. Mazzaglia, S.P. Fuentealba, N. Kuzmanovic, A. Bertaccini, G.M. Balestra (2021) *Bacillus*-based products for management of kiwifruit bacterial canker. *Phytopathologia Mediterranea* 60(2): 215-228. doi: 10.36253/phyto-12184

ENRICO BIONDI<sup>1</sup>, LORENZO GALLIPOLI<sup>2</sup>, ANGELO MAZZAGLIA<sup>2</sup>, SET PEREZ FUENTEALBA<sup>1,3</sup>, NEMANJA KUZMANOVIC<sup>1,4,5</sup>, ASSUNTA BERTACCINI<sup>1</sup>, GIORGIO M. BALESTRA<sup>2,\*</sup>

**Impiego di antagonisti naturali**

**in campo**



Article

## The Potential Global Climate Suitability of Kiwifruit Bacterial Canker Disease (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa)) Using Three Modelling Approaches: CLIMEX, Maxent and Multimodel Framework

Hossein A. Narouei-Khandan<sup>1,\*</sup> , Susan P. Worner<sup>1</sup>, Suvi L. H. Viljanen<sup>2</sup> , Ariena H. C. van Bruggen<sup>3,4</sup>, Giorgio M. Balestra<sup>5</sup> and Eirian Jones<sup>6</sup>

**Utilizzo di modelli previsionali**

**(diffusione globale)**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
TUSCIA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE  
E FORESTALI

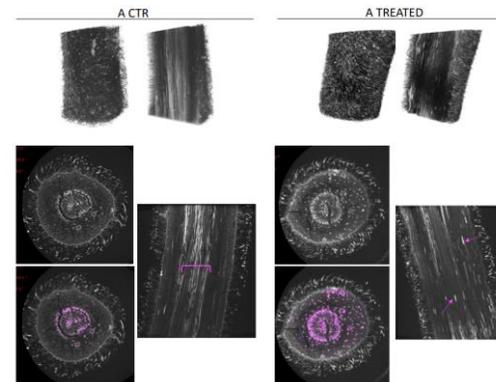
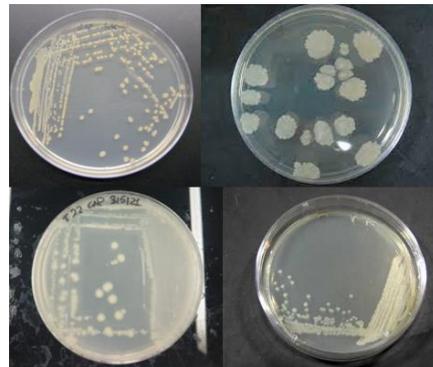


## Innovazioni nella prevenzione e difesa dell'actinidia (Psa e Moria)



*Collaborazioni con Aziende specializzate*

*Studio del microbioma (rizosfera, vascolare, fillosfera);*



*Approcci nanotecnologici,  
con principi attivi  
di origine naturale (vegetale).*



## Contenimento della Morìa (e Psa)



### Complessi microbici ed estratti vegetali.

Favorire lo sviluppo radicale e incrementare lo sviluppo della microbioma a livello radicale (rizobioma)

#### Attività prebiotica

Per agire positivamente sul microbioma già presente nel suolo.

#### Attività probiotica

Funghi micorrizici e batteri benefici per la rizosfera

Attività in differenti impianti di actinidia del Lazio (LT, VT) su piante sintomatiche e asintomatiche

Analisi dei trattamenti radicali sulla fisiologia delle piante

anche mediante valutazione del Nitrogen Balance Index (NBI):

indice vegetazionale dato dal rapporto tra la quantità di clorofilla e di flavonoidi nelle foglie

in grado di fornire indicazioni sullo stato di salute generale della pianta.

Sperimentazione in corso al 2° anno di attività



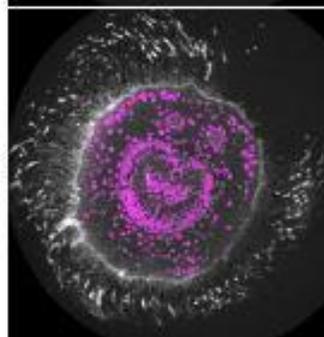
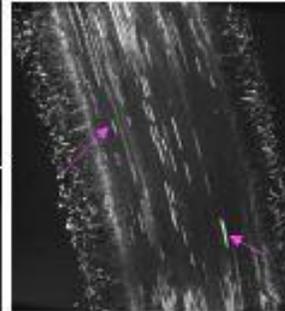
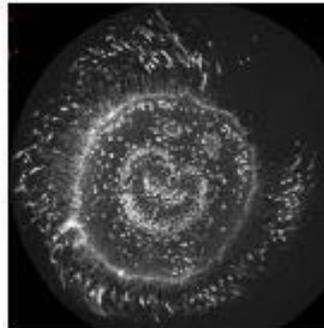
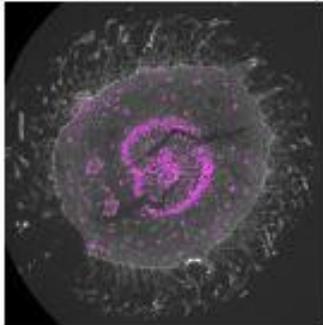
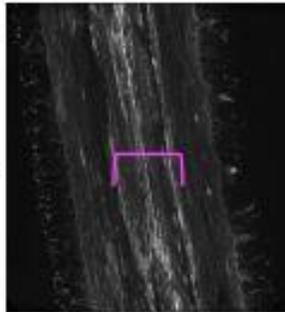
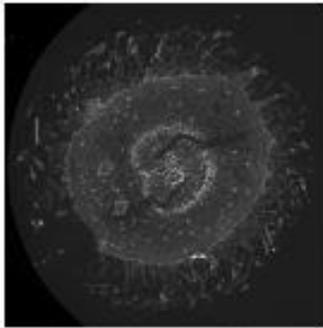
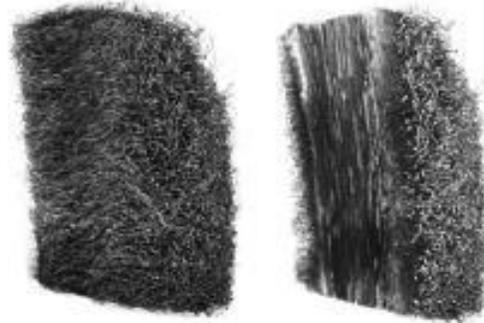


## Approcci Nanotecnologici Green

B - CTR



B - TREATED

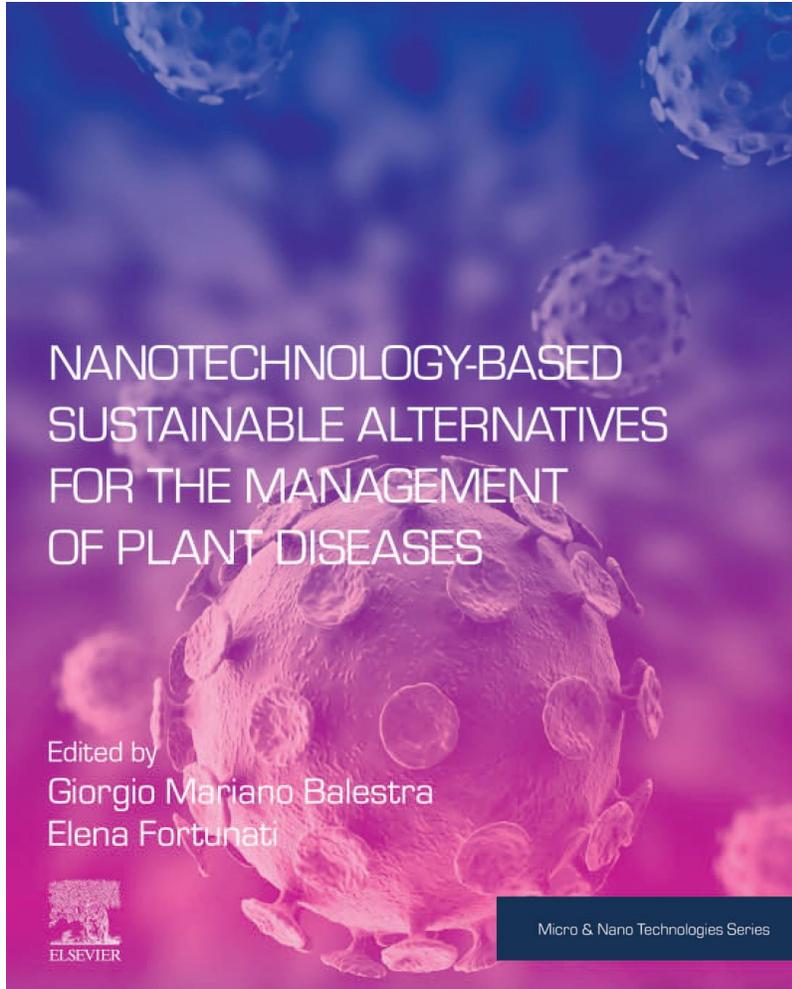


Caratterizzazione e veicolazione  
di principi attivi di origine  
naturale (vegetale), funzionali  
per differenti aspetti  
(nutrizione, biostimolazione,  
difesa, altro)  
sia a livello parenchimatico, sia  
a livello vascolare.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
TUSCIA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE  
E FORESTALI



**Balestra, G.M., Fortunati, E., (eds.) (2022).  
Nanotechnology-Based Sustainable Alternatives for the  
Management of Plant Diseases, 1–386. Elsevier inc., USA.**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
TUSCIA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE  
E FORESTALI



A.D. 1308  
unipg

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PERUGIA



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Nano Rome, 20-23 September  
2022 Innovation  
Conference & Exhibition

## Nanotechnology in Agriculture

Summer School (30/6 – 1/07/2022)

<http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne/ne/articolo/nanotechnology-in-agriculture>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
**TUSCIA**

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE  
E FORESTALI

*Grazie dell'attenzione*

*Prof. Giorgio M. Balestra*

*balestra@unitus.it*



GdL ACTINIDIA

**Le principali avversità dell'actinidia:  
prevenzione e difesa nell'era dei  
cambiamenti climatici**

---

**MACFRUT2022**

6 Maggio 2022