



DIFESA DELLE COLTURE IN UN CONTESTO DI CAMBIAMENTO CLIMATICO E GLOBALIZZAZIONE DEI MERCATI

Maria Lodovica Gullino
Forum Medicina vegetale
Bari, 11 dicembre 2025



OUTLINE

- Cambiamento climatico
- Globalizzazione dei mercati
- Conseguenze per le strategie di difesa
- Esempi
- Conclusioni

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULL'AGRICOLTURA EUROPEA



Europa atlantica

- > precipitazioni invernali, inondazioni
- > estati più calde e più secche
- > livello del mare



Europa mediterranea

- < disponibilità idrica
- > rischio di siccità, colpi di calore
- > rischio di erosione del suolo
- < stagione accrescitiva, rese culturali
- < areali ottimali di produzione

Europa settentrionale

- < precipitazioni estive
- > tempeste invernali, inondazioni
- > stagione accrescitiva, rese culturali
- > superficie agricola utilizzabile
- > rischi da patogeni e parassiti

Europa centrale

- > precipitazioni invernali, inondazioni
- < precipitazioni estive
- > rischio di siccità, stress idrico
- > rischio di erosione del suolo
- > rese e areali culturali

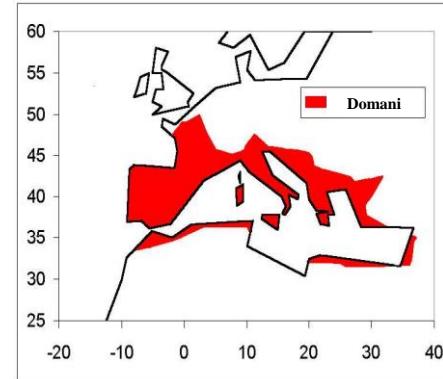
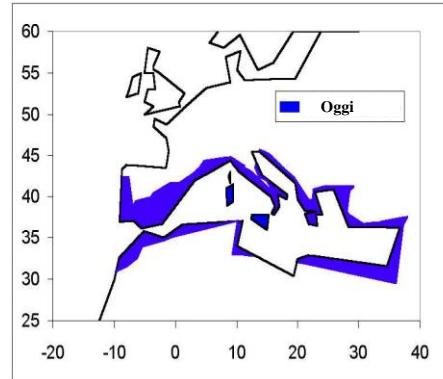
L'area di coltivazione di colture da seme tipicamente vernine (pisello, fava, fagiolo, colza) probabilmente si espanderanno fino ai paesi Scandinavi.



Espansione di colture da seme tipicamente estive (soia e girasole).



L'area vocata alla produzione di olivi e agrumi nel bacino del Mediterraneo potrebbe aumentare.



Le colture orticole potranno espandersi verso il nord Europa.



Espansione di tutte le aree cerealicole. Le zone di produzione del mais potrebbero estendersi a nord fino anche all'Inghilterra ed alla Finlandia meridionale.



Vite. Emisfero boreale: spostamento verso 50°N. Emisfero australe: spostamento verso 45°S.

Ruggine del caffè (*Hemileia vastatrix*)

Aree colpite: Africa, Asia, America Latina.

Rischio di più generazioni durante la stagione di crescita.



Peronospora della patata (*Phytophthora infestans*). Grande adattabilità.



Fusariosi del banano (*Fusarium oxysporum* TR4)

Aree colpite: Australia, Mozambico, Colombia, Asia, Medio Oriente.



Batteriosi dell'olivo causata da *Xylella fastidiosa*. Aree colpite:

Aree colpite: America, Sud Europa, Medio Oriente.

Rischio di espansione.



Schema riassuntivo delle prove condotte in fitotrone presso il Centro Agroinnova su colture orto-floricolore.

Ospite	Patogeno (malattia)	Influenza sulla gravità della malattia di		Effetto generale sulla gravità della malattia	Riferimento bibliografico
		Temperatura	CO ₂		
Basilico	<i>Peronospora belbahrii</i> (peronospora)	Nessun effetto di elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Interazione positiva tra elevata T e CO ₂	Gilardi <i>et al.</i> , 2016 a
Basilico	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (macchia nera)	Aumento a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra elevata T e CO ₂	Pugliese <i>et al.</i> , 2012 a
Bietola da foglia	<i>Phoma betae</i> (maculatura fogliare)	Nessun effetto di elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Effetto positivo di elevata CO ₂ su efficacia di lotta chimica	Gilardi <i>et al.</i> , 2017
Fagiolo	<i>Uromyces appendiculatus</i> (ruggine)	Riduzione a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra T e CO ₂	Gilardi <i>et al.</i> , 2016 b
Lattuga	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lactucae</i> (tracheofusariosi)	Aumento a elevate T	Nessun effetto di elevata CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra T e CO ₂	Ferrocino <i>et al.</i> , 2013
Lattuga	<i>Allophoma tropica</i> (maculatura fogliare)	Aumento a 22-26 °C, calo a 26-30°C	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra elevata T e CO ₂	Gullino <i>et al.</i> , 2017 b
Pelargonio	<i>Puccinia pelargonii</i> (ruggine)	Riduzione a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra T e CO ₂	Gilardi <i>et al.</i> , 2016 b
Ravanello	<i>Fusarium equiseti</i> (maculatura fogliare)	Aumento a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra T e CO ₂	Gullino <i>et al.</i> , 2017a
Rucola coltivata	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i> (tracheofusariosi)	Aumento a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento. Interazione positiva tra T e CO ₂	Chitarra <i>et al.</i> , 2015
Rucola coltivata	<i>Alternaria</i> sp. (maculatura fogliare)	Aumento a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento	Pugliese <i>et al.</i> , 2012 a
Rucola selvatica	<i>Fusarium equiseti</i> (maculatura fogliare)	Aumento a elevate T	Aumento in presenza di valori elevati di CO ₂	Aumento	Gullino <i>et al.</i> , 2017 a
Zucchino	<i>Podosphaera xanthii</i> (mal bianco)	Aumento a elevate T	Nessun effetto di elevata CO ₂ sulla malattia. Effetto positivo su lotta biologica	Aumento. Interazione positiva tra elevata T e CO ₂	Pugliese <i>et al.</i> , 2012 b Gilardi <i>et al.</i> , 2017

Effetto di diverse temperature e di concentrazioni crescenti di CO₂ sulla produzione di micotossine da parte di alcuni patogeni.

Ospite (condizioni ambientali)	Patogeno	Micotossine prodotte	Effetto di T	Effetto di CO ₂	Riferimenti
Spinacio (400-450 e 800-850 ppm CO ₂ ; 14 - 30 °C)	<i>Myrothecium verrucaria</i>	Verrucarina A Roridina	Aumento	Aumento	Siciliano <i>et al.</i> , 2017b
Rucola coltivata (400-450 e 800-850 ppm CO ₂ ; 14 - 30 °C)	<i>Myrothecium roridum</i>	Verrucarina A Roridina	Aumento	Aumento	Bosio <i>et al.</i> , 2017
Rucola coltivata (400-450 e 800-850 ppm CO ₂ ; 14 - 26 °C)	<i>Alternaria</i> sp.	Acido tenuazonico	Aumento	Aumento	Siciliano <i>et al.</i> , 2017a
Cavolo (400-450 e 800-850 ppm CO ₂ ; 14 - 26 °C)	<i>Alternaria</i> sp.	Acido tenuazonico	Nessuno	Nessuno	Siciliano <i>et al.</i> , 2017a
Cavolfiore (400-450 e 800-850 ppm CO ₂ ; 14 - 26 °C)	<i>Alternaria</i> sp.	Acido tenuazonico			Siciliano <i>et al.</i> , 2017a

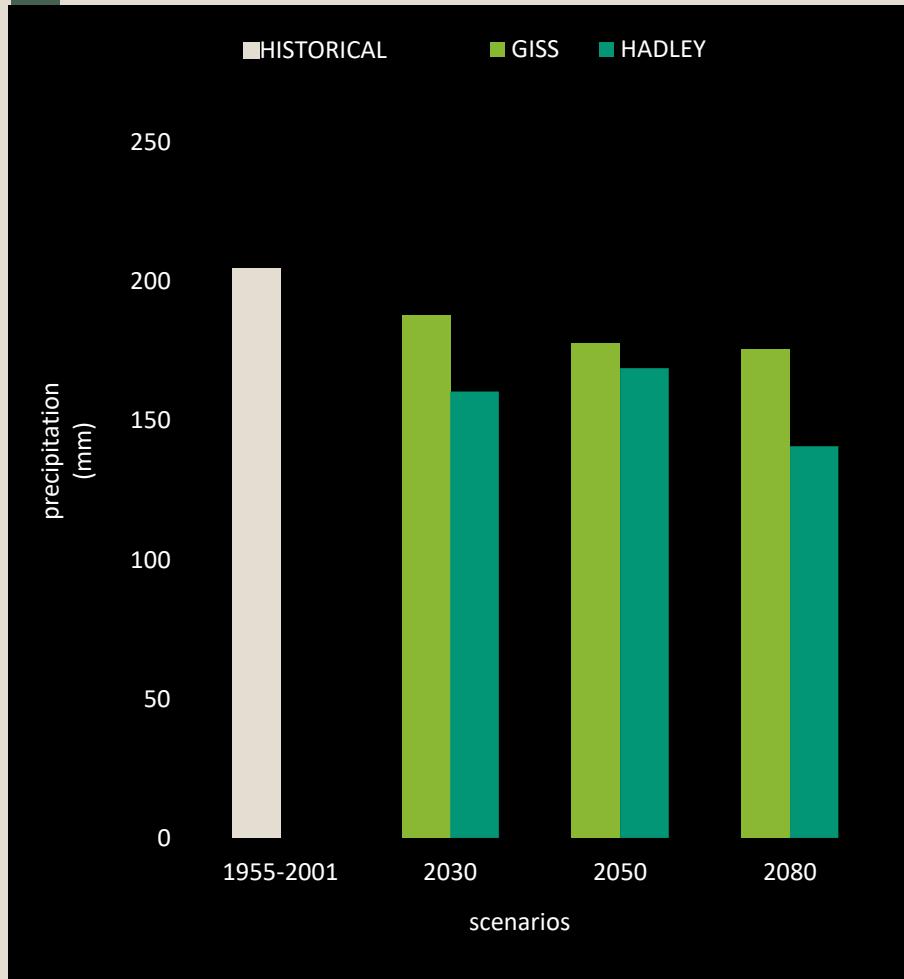
SIMULAZIONE DI CAMBIAMENTI CLIMATICI MEDIANTE L'USO DI MODELLI EPIDEMIOLOGICI PERONOSPORA/VITE



Decade	Month	Hadley		GISS			precipitation (ratio in mm/day)	
		mean temperatures (difference in °C)	precipitation (ratio in mm/day)	temperatures (difference in °C)				
				minimum	maximum			
2030	May	1.81	0.739	0.66	0.69	0.999		
	June	1.89	0.781	0.84	0.84	0.837		
	July	1.93	0.784	0.24	0.20	1.006		
	August	2.90	0.847	0.87	1.02	0.822		
2050	May	1.98	1.059	1.29	1.30	0.969		
	June	1.85	0.806	1.17	1.14	0.814		
	July	3.42	0.627	2.47	2.52	0.731		
	August	3.82	0.639	1.64	1.59	0.870		
2080	May	3.90	0.900	2.21	2.39	0.770		
	June	4.80	0.684	2.87	3.12	0.760		
	July	5.71	0.754	3.55	3.58	0.977		
	August	8.32	0.343	4.68	4.68	1.000		

SIMULAZIONE DI CAMBIAMENTI CLIMATICI MEDIANTE L'USO DI MODELLI EPIDEMIOLOGICI

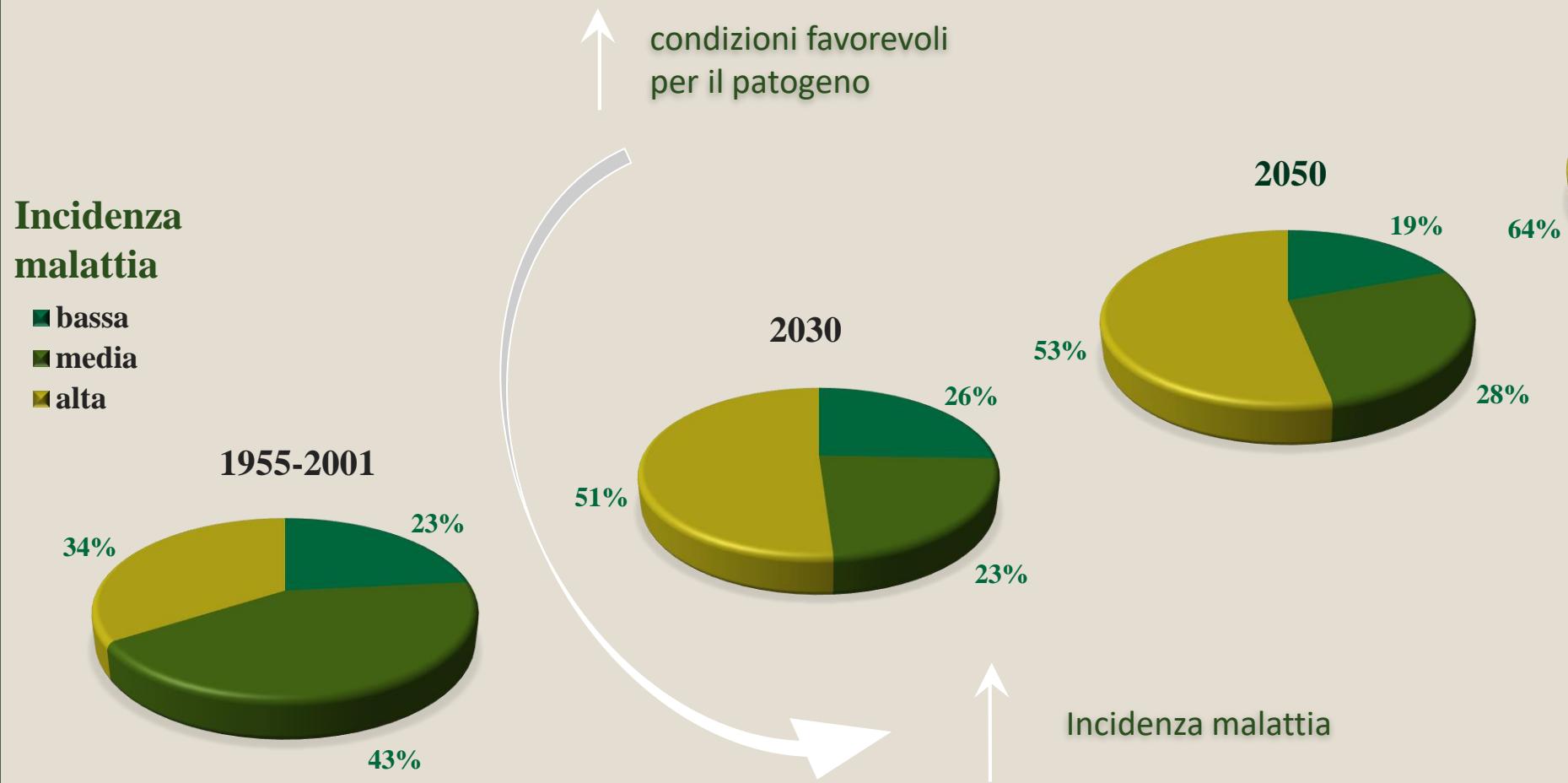
— PERONOSPORA VITE



I cambiamenti climatici sono
simulati con GCM (General Circulation Model)



SIMULAZIONE DI CAMBIAMENTI CLIMATICI CON MODELLI EPIDEMIOLOGICI – PERONOSPORA VITE

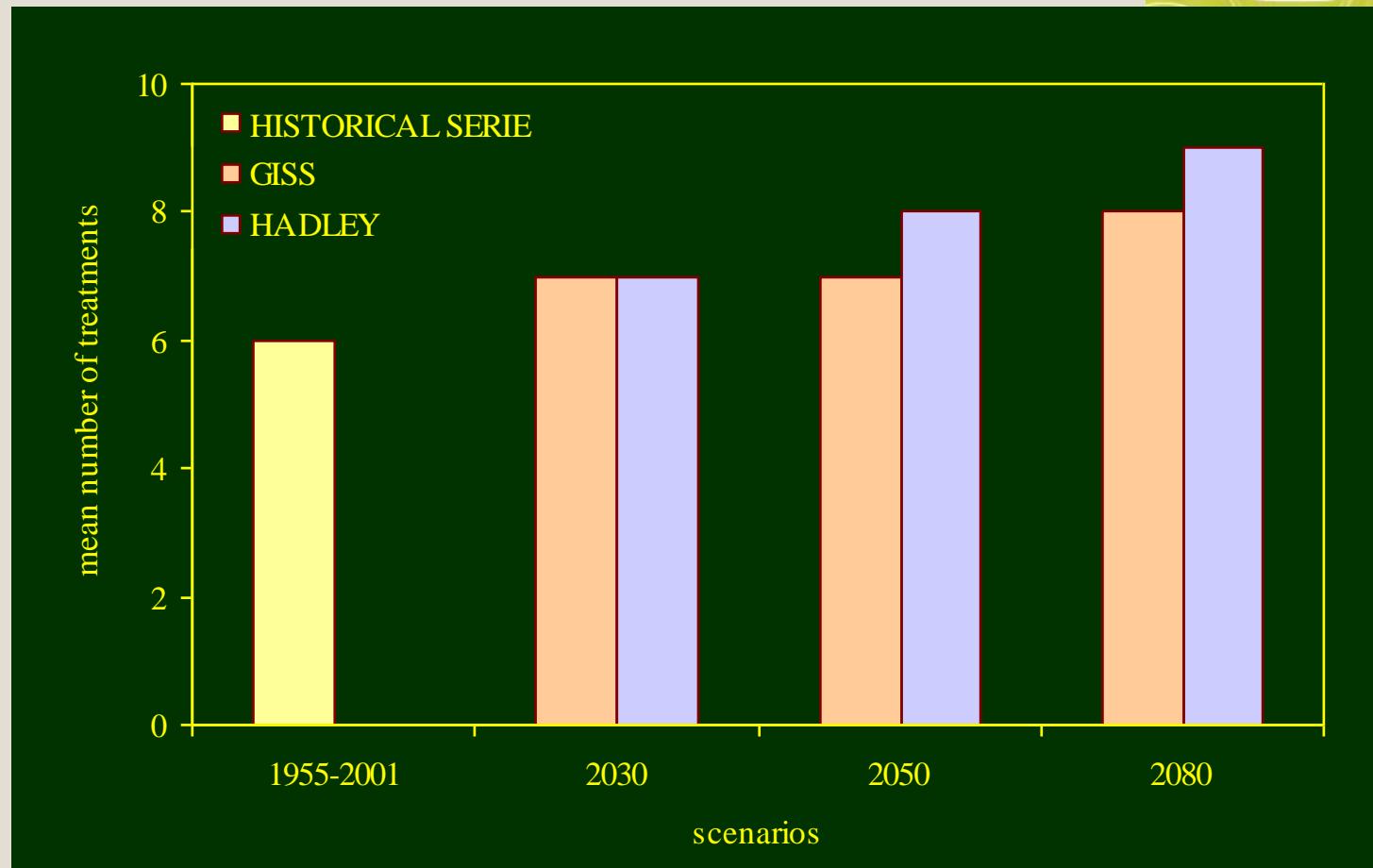


PREDICTION OF FUTURE OF DOWNY MILDEW CONTROL THROUGH FORECASTING MODELS

Number of treatments
↑

↓

environmental & economic impacts





GLOBALIZZAZIONE DEI MERCATI

- Concentrazione della produzione di semi e materiale di propagazione in pochi stabilimenti e in poche aree geografiche
- Diversificazione delle produzioni
- Adozione di nuove tecniche culturali
- Interazione con gli effetti del cambiamenti climatici
- Settori più interessati: ornamentali, orticole, frutticole, sementi, ...

PATOGENI TRASMESSI PER SEME

Molti patogeni si conservano da un ciclo colturale all'altro per mezzo del seme e vengono definiti “patogeni portati da seme”. Il seme rappresenta per questi patogeni un mezzo di diffusione spesso assai efficiente nell’ambito delle coltivazioni. Basta spesso un seme infetto ogni 10.000 per osservare gravi danni alle piante. Inoltre, il seme stesso, in relazione agli scambi commerciali (e a quelli a scopo di studio e ricerca) di cui è oggetto, può permettere a specie patogene, e alle loro eventuali varianti, di raggiungere aree nuove anche molto lontane da quelle di origine.



ESEMPI DI TRASMISSIONE DI PATOGENI MEDIANTE SEME

Coltura	Patogeno	Percentuale di semi infetti
Lattuga	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lactucae</i>	0,1 %
	<i>Verticillium dahliae</i>	66-90%
	<i>Botrytis cinerea</i>	30%
	<i>Pseudomonas cichorii</i>	*
	<i>Xanthomonas campestris pv. vitians</i>	1-18%
	<i>Microdochium panattonianum</i>	*
Rucola	<i>Fusarium oxysporum</i>	0,1%
Valerianella	<i>Phoma valerianellae</i>	0,6 - 15%.
	<i>Acidovorax valerianellae</i>	0,1-0,9%
Endivia e cicoria	<i>Alternaria cichorii</i>	0,6-13,75%
	<i>Microdochium panattonianum</i>	*
Spinacio	<i>Fusarium oxysporum f.sp. spinaceae</i>	*
	<i>Peronospora farinosa f.sp. spinaciae razza 1,2,3,4</i>	0,3-2,9%
	<i>Cladosporium variabile</i>	1,8%
	<i>Stemphylium botryosum **</i>	1-95%
	<i>Verticillium dahliae**</i>	0,3-84,8%

TRACHEOFUSARIOSI DELLA LATTUGA

FUSARIUM OXYSPORUM f.sp. *LACTUCAE*



COME SI È SPOSTATA LA TRACHEOFUSARIOSI DELLA LATTUGA

Giappone (1967)

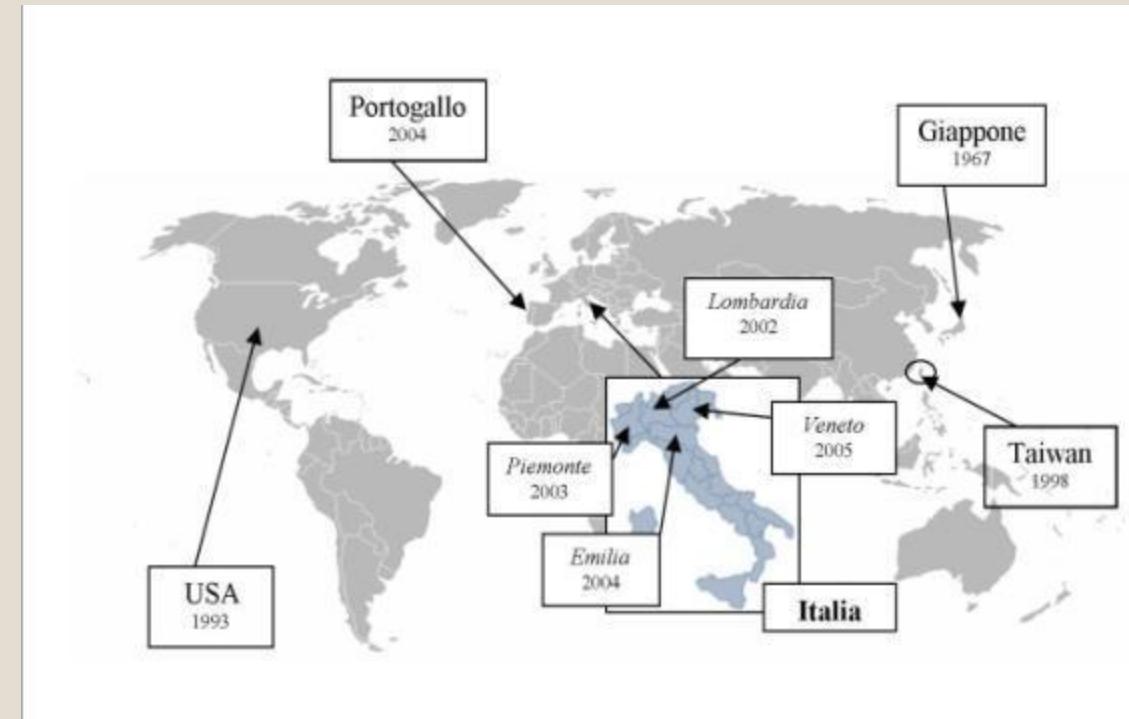
California U.S.A. (1993)

Taiwan (1998)

Italia (2002)

Arizona U.S.A. (2003)

Portogallo (2005)



AGENTI DI TRACHEOFUSARIOSI SU INSALATE



Fusarium wilt of endive



Fusarium wilt of lettuce



Fusarium wilt of Lamb's lettuce



Fusarium wilt of cultivated and wild rocket





BASILICO: PATOGENI IMPORTATI

- *Peronospora belbahrii* agente della peronospora
- *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici* agente della tracheofusariosi

IL LUNGO VIAGGIO DELLA PERONOSPORA DEL BASILICO

- Uganda, 1930, Svizzera 2001, Italia 2003, Belgio , Francia, 2004. Poi in Israele, nuova Zelanda,Argentina, USA,..
- Causa: seme prodotto in Africa. Il patogeno non ha trovato in Italia le condizioni ideali per insediarsi.





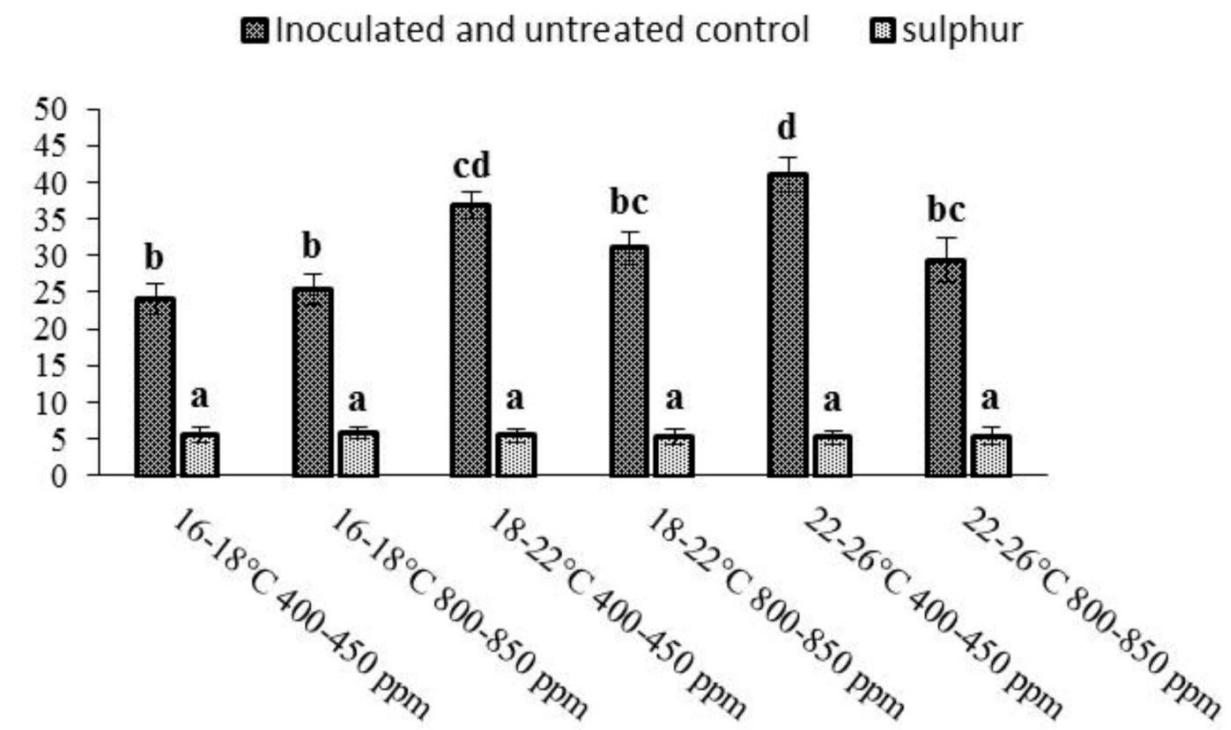
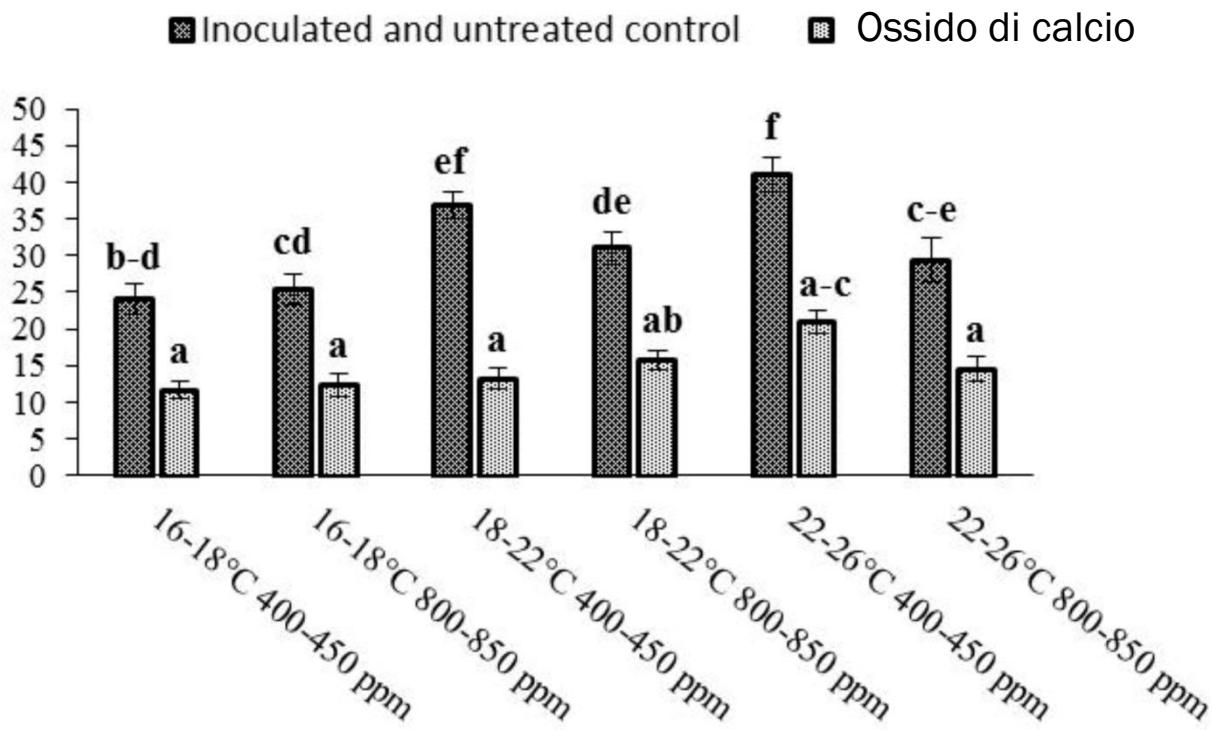
In alcuni casi sono sufficienti percentuali assai basse di semi infetti per permettere la rapida diffusione della malattia in aree geografiche diverse. Ad esempio nel caso della *Phoma valerianellae* percentuali dell'1-2% di semi infetti possono provocare danni elevati. In altri casi, come in quello delle tracheofusariosi i danni evidenti si manifestano dopo 2-3 colture della stessa specie nel terreno che si è infettato utilizzando semi contaminati.



E LA DIFESA?

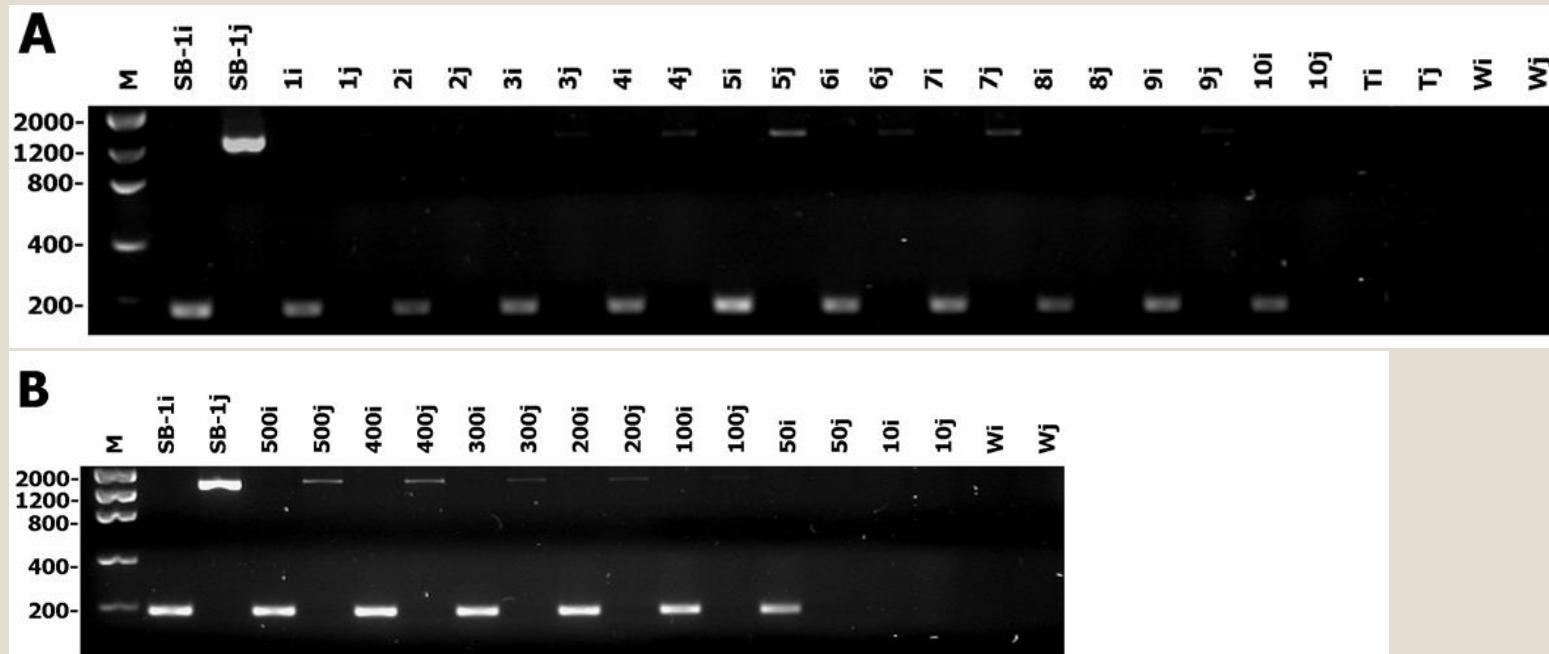
- Limitata disponibilità di agrofarmaci
- Prevenzione
- Quarantena e controlli
- Diagnostica
- Risanamento materiale vegetale
- Lotta genetica
- Lotta biologica
- Verifica dell'effetto dell'aumento della temperatura sull'efficacia di mezzi chimici e biologici

Effect of sulfur and calcium oxide treatments at different CO₂ concentrations (400-450 and 800-850 ppm) and temperatures (16-18, 18-22 and 22-26°C) against *P. xanthii* on courgette.



TECNICA IR-SCAR PER L'IDENTIFICAZIONE DELLA RAZZA I DI *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *LACTUCAE* SU PIANTA E SEMI

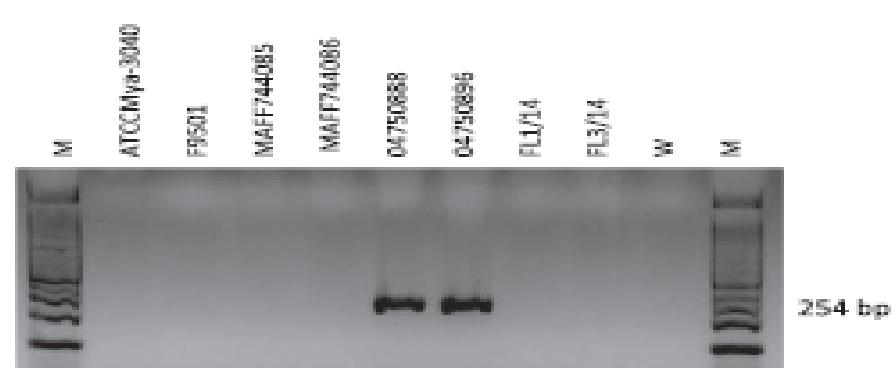
Elettroforesi della PCR con i primers *Hani3'-Hanilatt3rev* (i) e primers FLA0101F- FLA0101R (j) su DNA estratto da:
A, piante artificialmente inoculate
B, semi infestati artificialmente



Pasquali et al., *Phytopathology*, 2007.

PRIMER SPECIFICI DISEGNATI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLA RAZZA 4 DI *FUSARIUM* *OXYSPORUM* f. sp. *LACTUCAE*

FPUF e FPUR primers per
l'identificazione della razza 4. **W** =
controllo negativo. **M.** GelPilot 1-kb
DNA plus Ladder (QIAGEN).



Razza	Isolato FOL	EF1-a	IGS	Specific primer for Race 1 (Hani3' and Hanilatt3rev primers)	RFLP	IRAP	primer per Razza 4
1	Mya 3040	I	I	+	Razza 1	Razza 1	-
2	F9501	II	II	-	Razza 2	Razza 2	-
3	MAFF7440 85	III	III	-	Razza 3	Razza 3	-
3	MAFF7440 86	III	III	-	Razza 3	Razza 3	-
4	04750888	I	I	-	Razza 4	Razza 4	+
4	04750896	I	I	-	Razza 4	Razza 4	+

LAMP – PER L'IDENTIFICAZIONE RAPIDA DELLA RAZZA I DI *FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP. *LACTUAE* DA SUOLO, SEMI E PIANTE



Validazione del metodo		Crude DNA extraction	Commercial DNA extraction kit
Semi infetti (%)			
40%	40 infected seeds in 100 semi	+	+
4%	4 infected seeds in 100 semi	-	+
0.40%	4 infected seeds in 1000 semi	-	-
0.04%	4 infected seeds in 10000 semi	-	+
0.004%	4 infected seeds in 100000 semi	-	+

Limite di sensibilità LAMP rilevamento semi infetti 0.004%



ALTERNARIOSI DEL BASILICO CAUSATA DA ALTERNARIA ALTERNATA

- Sono stati analizzati undici campioni di semi di basilico della tipologia ‘Genovese gigante’ commerciali.
- Il saggio è stato effettuato in vitro su PDA impiegando 400 semi per lotto, disinfezati in una soluzione di ipoclorito di sodio (1%) o utilizzati tal quale.
- Tutti i campioni sono risultati contaminati da funghi del genere *Alternaria*, risultati patogeni.

Trattamento dei semi

Contaminazione da *Alternaria*

Disinfezione (ipoclorito di sodio 1%)

--

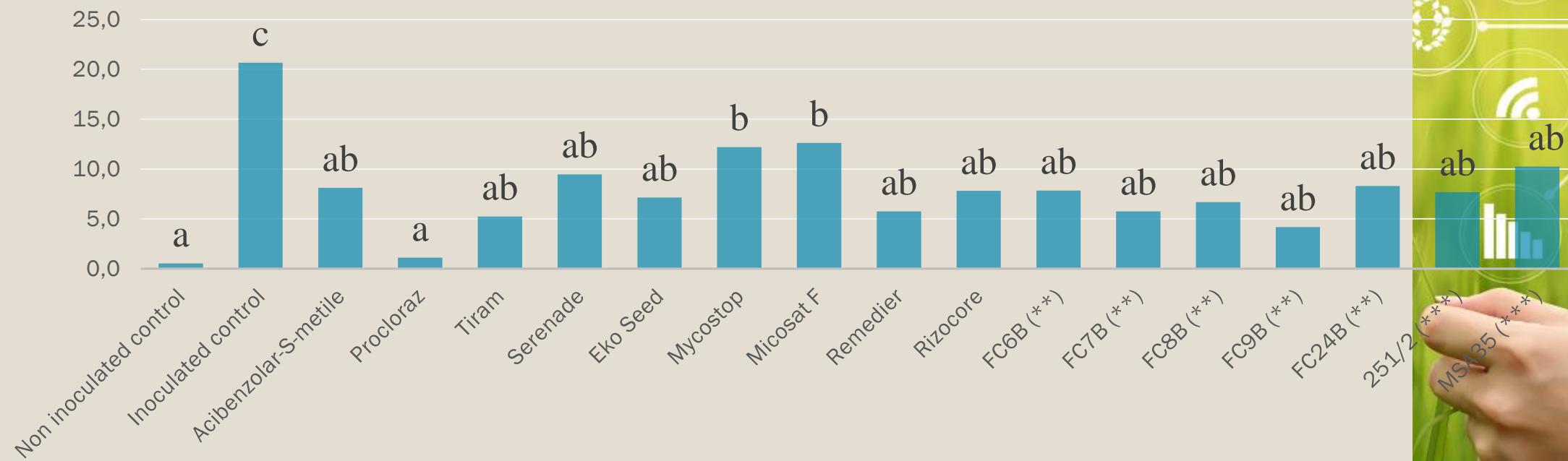
Da 0 al 12%

Da 0,25 al 26%



SANITA' DEL MATERIALE

EFFETTO DI TRATTAMENTI DI CONCIA CON MICRORGANISMI NEI CONFRONTI DI
**FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. LACTUAE/ LATTUGA CV. CRISPILLA (40 GIORNI DOPO
LA SEMINA), INDICE DI MALATTIA (0-100).**



(**)Pseudomonas da suolo suolo repressivo (Clematis et al. 2009) applicati a 10^7 UFC g di seme.

(***) Fusarium oxysporum da suolo repressivo 10^7 UFC g di seme.



INDUTTORI DI RESISTENZA

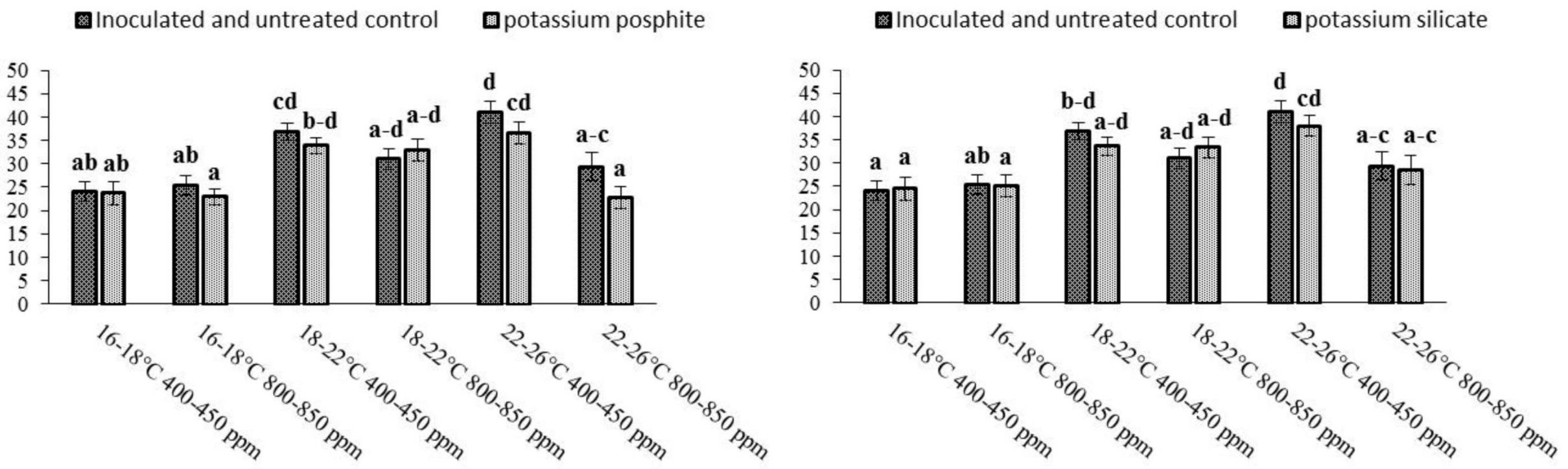
Aumentato interesse
all'applicazione di strategie di
lotta diverse dai prodotti
chimici di sintesi

- ✓ **Prodotti naturali** (estratti di piante, oli...);
- ✓ **prodotti chimici induttori** di resistenza sistemica (SAR) (es. acibenzolar-S-metile);
- ✓ **sali** (fosfiti, silicati, ossido di calcio ...);
- ✓ **microrganismi** (*Fusarium oxysporum* ipovirulent, *Bacillus subtilis*) e **entomopatogeni** (*Beauveria bassiana*).

Aspetti da considerare:

- ✓ Interventi preventivi;
- ✓ Effetto non sempre costante (interazione di diversi fattori, genotipo, fase fenologica, condizioni ambientali);
- ✓ valutazione di possibili effetti collaterali di fitotossicità e rischi di residualità.

Effect of treatments with potassium phosphite and potassium silicate for different CO₂ concentrations (400-450 and 800-850 ppm) and temperatures (16-18, 18-22 and 22-26°C) against *P. xanthii* on courgetti.



DIVERSI METODI DI APPLICAZIONE

- Prevenzione
 - Trattamento dei semi.
 - Arricchimento del substrato di coltivazione.
 - Applicazioni in vivaio su giovani piante.
 - Applicazioni in fuorisuolo.
- Integrazione



LOTTA GENETICA

- Vantaggi dell'impiego di cultivar resistenti:
 - ✓ *La scelta più valida sotto il profilo tecnico ed economico.*
 - ✓ *Facilità di impiego in IPM.*
 - ✓ *Facilità di trasferimento presso le aziende produttive.*
- Svantaggi:
 - ✓ *Mutabilità del mercato (mediamente una cv sopravvive sul mercato 3 anni).*
 - ✓ *Cultivar resistenti non sempre premiate dal mercato.*
 - ✓ *Resistenza nei confronti di un limitato numero di parassiti.*
 - ✓ *Fusarium oxysporum: comparsa di nuove razze fisiologiche.*



Suscettibilità di cultivar di lattuga commerciali alla razza 4 di *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*

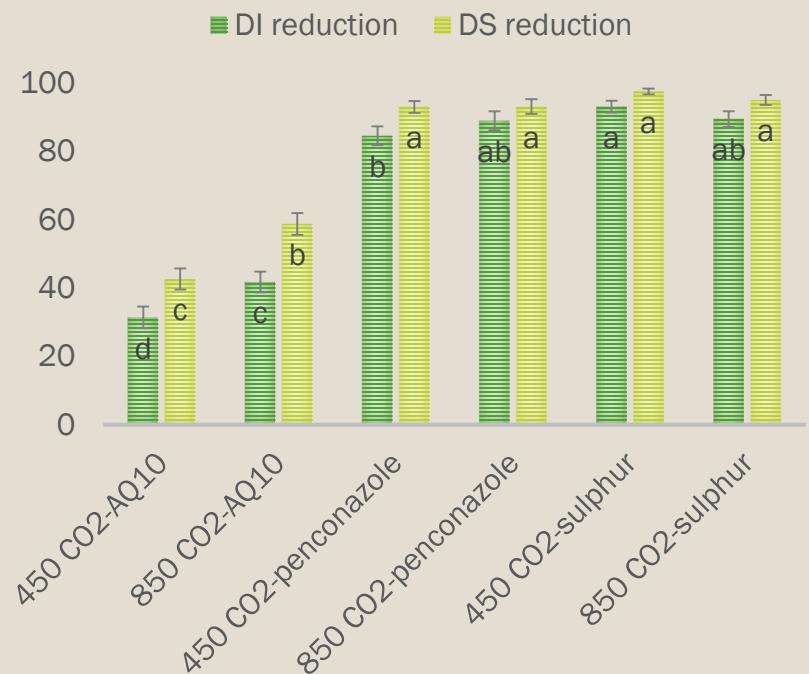


Reazione: Indice di malattia (DS0-100):Resistente R=0-10; Parzialmente resistente PR=11-30; Mediamente suscettibile S=31-60; Molto suscettibile HS=61-100.

LOTTA BIOLOGICA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Effetto dei trattamenti applicati a 26-30°C con 450 o 850 ppm di CO₂ sul mal bianco causato da *Podosphaera xanthii* su zucchino

- Dati espressi come riduzione dell'incidenza della malattia (DI, % di riduzione delle foglie infette) e della gravità della malattia (DS, % di riduzione dell'area fogliare colpita).
- *Ampelomyces quisqualis* (AQ10) ha un'efficacia maggiore del 23,3% per la DI e del 22,8% per la DS con 800-850 ppm di CO₂.
- I trattamenti con penconazole e zolfo non sono stati influenzati dai regimi di CO₂ più elevati.





PROBLEMI NUOVI

- Aumentato rischio di contaminazione di prodotti da micotossine (vino, succhi di frutta, farine, ...)
- Contaminazione di prodotti ortofrutticoli da patogeni umani.



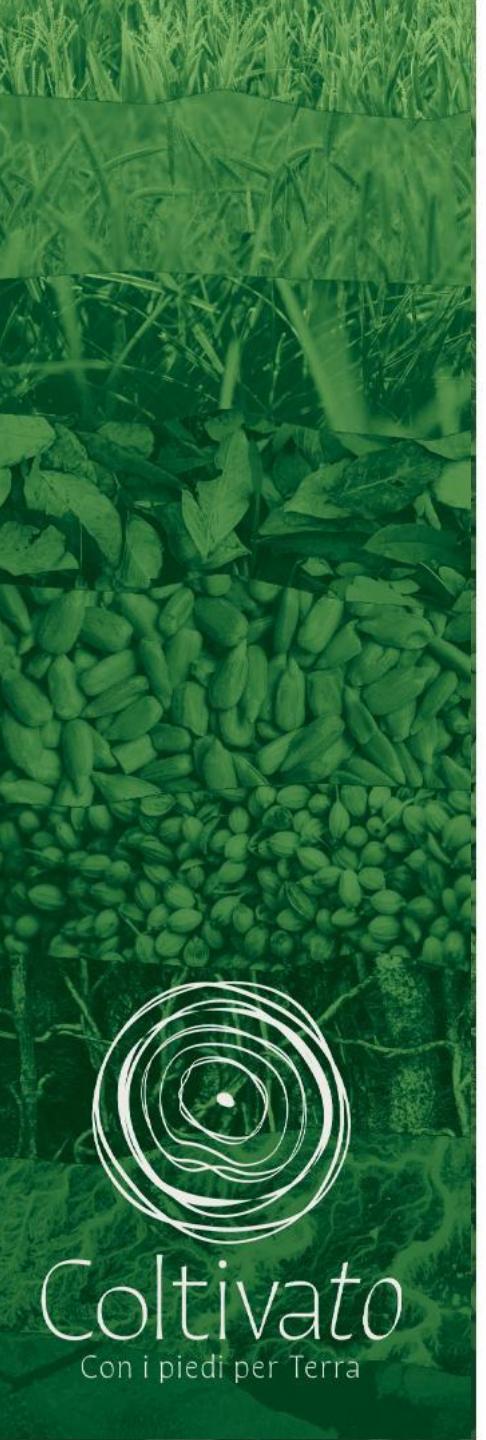
CONCLUSIONI

- L'effetto combinato del cambiamento climatico e della globalizzazione modifica il quadro fitosanitario delle colture e complica la difesa.
- Meno mezzi chimici, ma maggiori conoscenze di biologia e epidemiologia.
- Strumenti nuovi
- Prevenzione
- Assistenza tecnica



Coltivato
Con i piedi per Terra





Come seguire le attività di Coltivato

-  Sito: www.coltivato.it
-  Facebook: Coltivato_festival
-  Instagram: Coltivato_festival
-  YouTube, canale @ColtivaTo, <https://www.youtube.com/@ColtivaTo>

Contatti:

 coltivato@stilema-to.it

 marialodovica.gullino@unito.it