



I silicati nella difesa delle colture

**Massimo Pugliese, Giovanna Gilardi, Erik Cogliati, Maria Lodovica Gullino,
Angelo Garibaldi**

Centro di Competenza Agroinnova – Università degli Studi di Torino

INTRODUZIONE

Silicio (Si):

- Secondo elemento più abbondante
- Prontamente assorbito dalle radici come acido silicico (H_4SiO_4)
- Depositato nelle membrane, nelle pareti cellulari e negli spazi intercellulari come silice amorfa idratata ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) attraverso la polimerizzazione di H_4SiO_4
- Presente nei tessuti vegetali da meno dell'1% a più del 10% della sostanza secca
- Mancanza di Si nelle soluzioni nutritive: clorosi delle foglie, depressione della formazione dei frutti in colture come il cetriolo

INTRODUZIONE

Vantaggi dell'applicazione di Si:

- (a) correzione degli squilibri di nutrienti, per esempio, la carenza di Zn in cetriolo indotta dal fosforo;
- (b) riduzione della tossicità dei metalli, ad esempio Mn, in riso e fagiolo e Al nel mais;
- (c) maggiore tolleranza ai sali, per esempio, nel frumento;
- (d) aumento della crescita di piante, come nel caso del riso;
- (e) lignificazione delle pareti cellulari che conferisce resistenza meccanica e rigidità alle cellule delle piante, ad esempio, in cetriolo;
- (f) effetti positivi sulla riproduzione delle piante, ad esempio in *Bromus secalinus*.

INTRODUZIONE

Patogeni fungini nei confronti dei quali è segnalata in letteratura l'efficacia del silicio

Ospite	Patogeno
Fagiolo	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
Zucchini	<i>Erysiphe cichoracearum</i>
Cetriolo	<i>Pythium ultimum</i>
Cetriolo	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>
Pisello	<i>Mycosphaerella pinodes</i>
Patata	<i>Fusarium sulphureum</i>
Riso	<i>Magnaporthe grisea</i>
Riso	<i>Cochliobolus miyabeanus</i>
Riso	<i>Microdochium orza</i>
Riso	<i>Rhizoctonia solani</i>
Rosa	<i>Diplocarpon rosae</i>
Soia	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
Fragola	<i>Sphaerotheca apuani</i> var. <i>aphanis</i>
Frumento	<i>Septoria nodorum</i>
Frumento	<i>Blumeria graminis</i>

Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Prove di valutazione dell'efficacia del silicato di potassio e della conducibilità elettrica sul contenimento della gravità degli attacchi causati da alcuni patogeni fogliari su specie orticole selezionate, condotte presso Agroinnova.

Ospite	Patogeno	Conducibilità elettrica della soluzione nutritizia (mScm ⁻¹)	Temperatura ambiente (°C)	Inoculazione artificiale a giorni diversi dopo il trapianto alle differenti
Pomodoro cv Cuore di bue	<i>Oidium neolycopersici</i>	1,8 (EC1)* 4,0 (EC2*), 5-5,5 (EC3*)	20 - 26	15-20 giorni 1-5x10 ⁵ conidi/ml
Lattuga cv Cobham Green	<i>Bremia lactucae</i>	1,5-1,6 (EC1), 3-3,5 (EC2) , 4-4.5 (EC3)	18 - 24	15-20 giorni (1 x 10 ⁴ e 1 x 10 ⁵ conidi/ml)
Rucola cv coltivata	<i>Alternaria japonica</i>	1,5-1,6 (EC1), 3-3,5 (EC2) , 4-4.5 (EC3)	20 - 28	6, 18 e 38 giorni (1,2 x 10 ⁵ e 3,0 x 10 ⁵ conidi/ml)

* Composizione della soluzione EC1 = NO₃⁻ 11,24 mM; NH₄⁺ 4,80 mM; KH₂PO₄ 0,75 mM; K₂SO₄ 0,75 mM; Ferro chelato EDTA 0,012 mM; MgO 2,0 mM; SO₃ 2,0 mM; B 0,20 mM; Mo 0,001 mM; Zn 0,15 mM; CaO 3,1 mM; Cu⁺⁺ 0,05 mM; Mn 0,25 mM; K 12,20 mM

EC2 = EC1 + NaCl 0,70 g/l

EC3 = EC1 + NaCl 0,95 g/l

Impiego dei silicati in colture fuori suolo

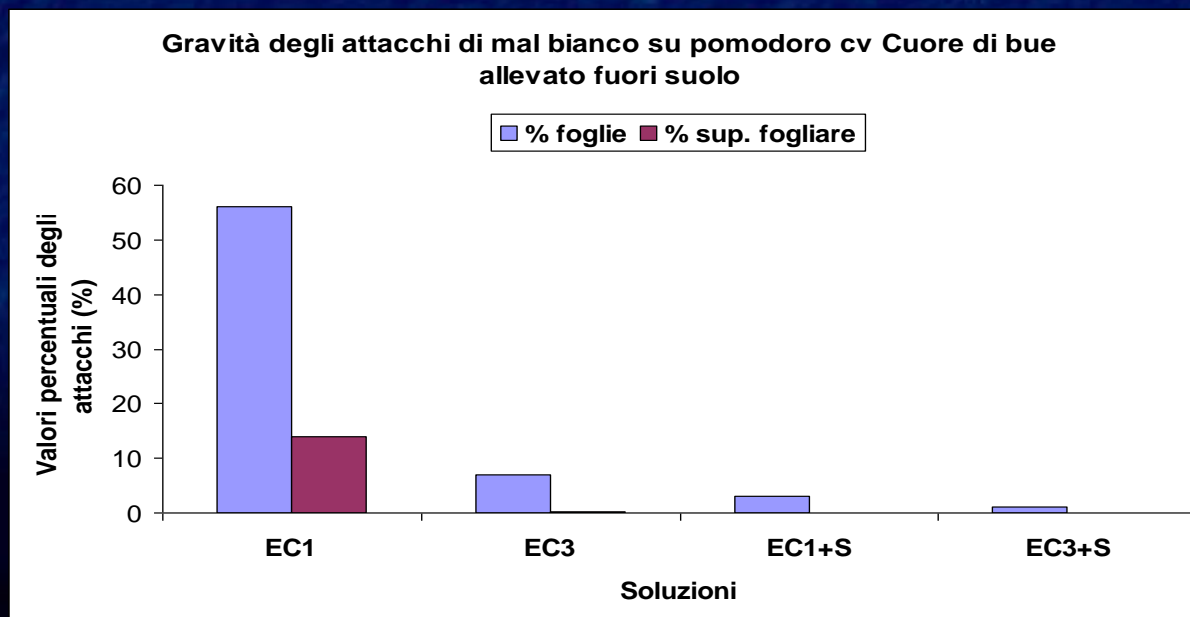
Effetto della gestione della conducibilità elettrica (EC) e dell'impiego del silicato di potassio sulla diffusione e gravità degli attacchi di *O.neolycopersia*

Pomodoro cv Cuore di bue

Ciclo :aprile-ottobre

Inoculazione artificiale di *O.neolycopersici*

Tipo di soluzione nutritiva	Concentrazione
E.C. 1	1,8 mS/cm
E.C. 3	4,7-5 mS/cm
E.C. 1 + Silicato di potassio	1,8 mS/cm+ silicato di potassio
E.C. 3 + Silicato di potassio	4,7 mS/cm+ silicato di potassio



Silicato di potassio
100 mg/l

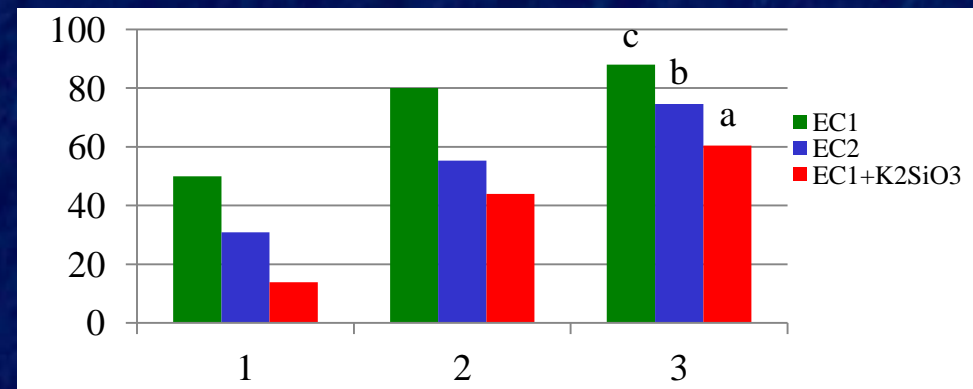
Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della gestione della conducibilità elettrica (EC) e dell'impiego del silicato di potassio sulla diffusione e gravità degli attacchi di *O.neolycopersia*

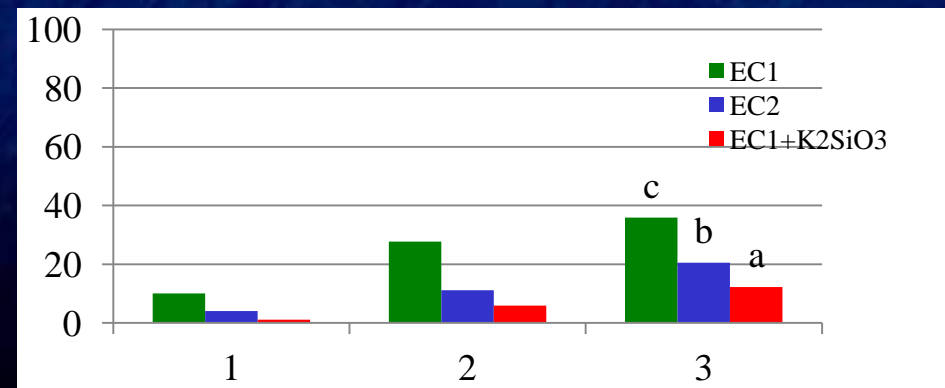
Conducibilità elettrica della soluzione nutritiva (EC)	K ₂ SiO ₃ 100 ppm
EC ₁ -1.8 mScm ⁻¹	No
*EC ₂ -4.0 mScm ⁻¹	No
EC ₁ -1.8 mScm ⁻¹	Si



% foglie colpite

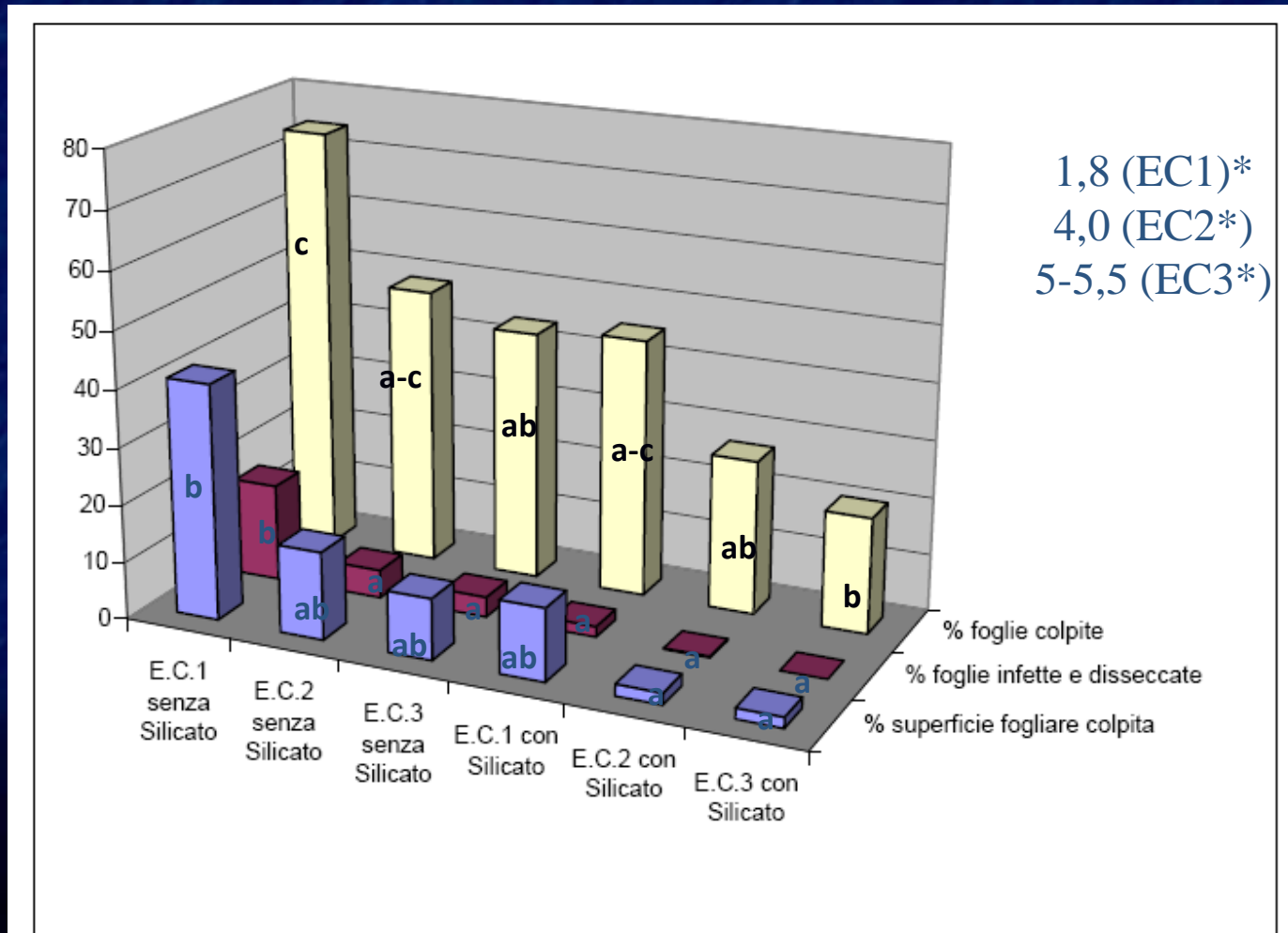


% area fogliare colpita



Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della concentrazione della soluzione nutritiva (SN) e del silicato di potassio nei confronti degli attacchi di *Oidium neolycopersici* su pomodoro in fuorisuolo.

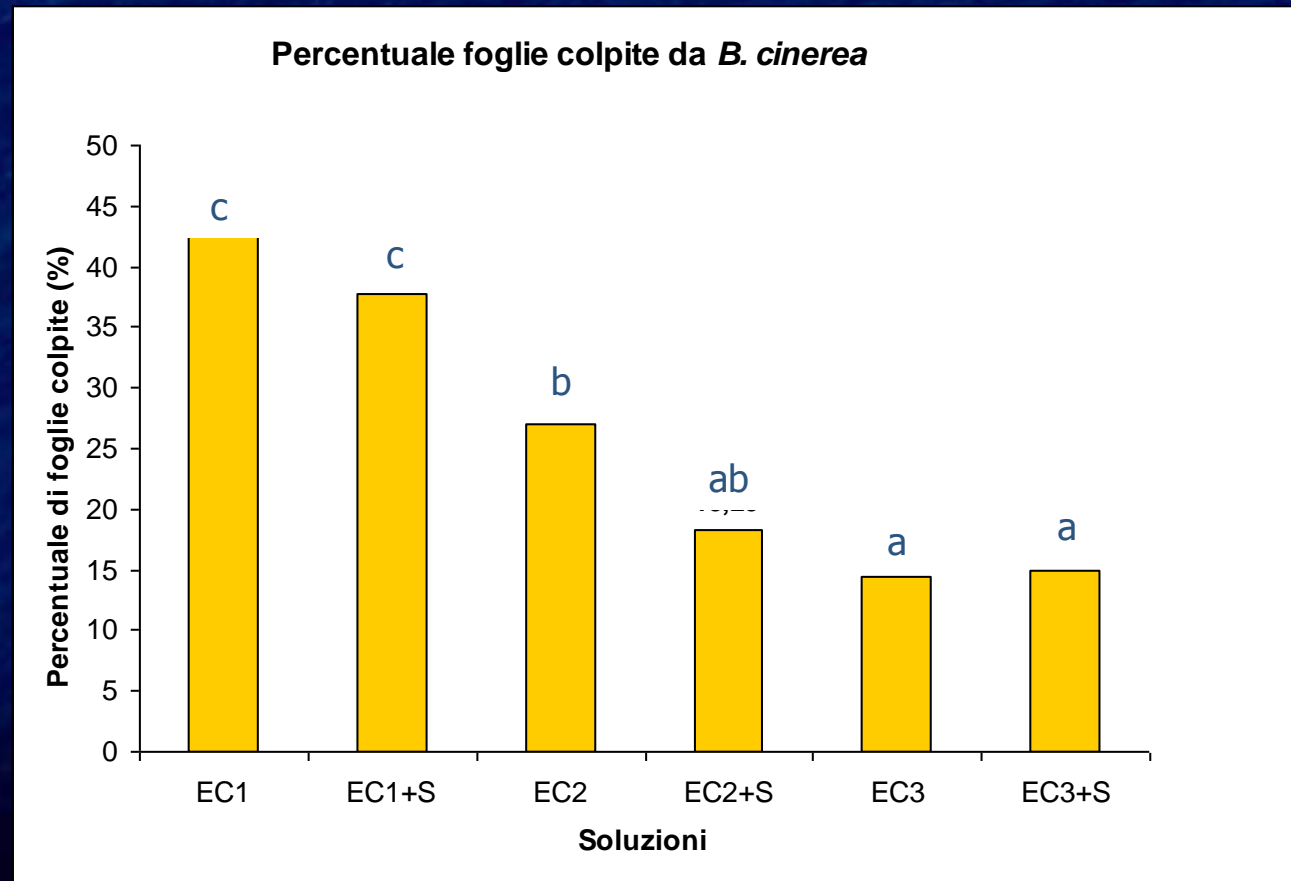


Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della concentrazione della soluzione nutritiva (SN), del sistema di irrigazione e dell'uso del silicato di potassio nei confronti di *Botrytis cinerea* su pomodoro in fuorisuolo.



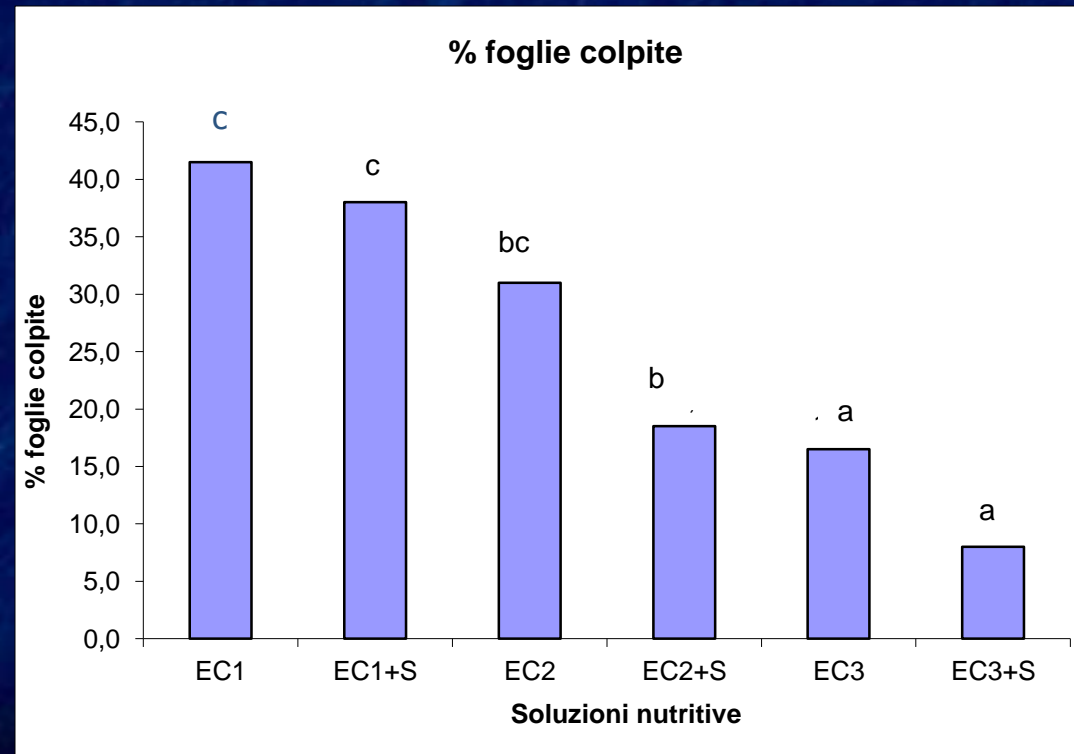
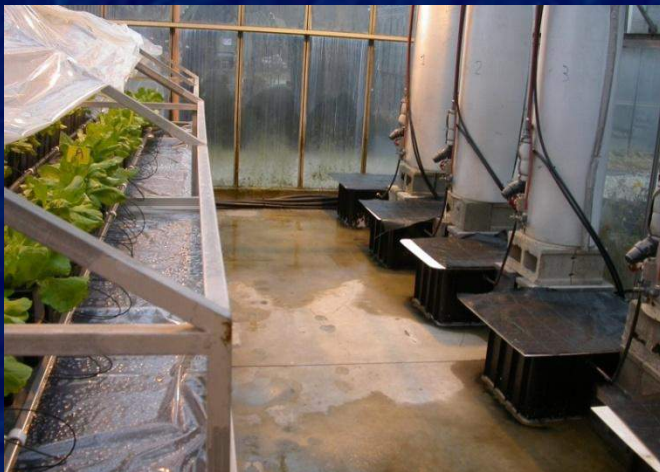
Silicato di potassio
100 mg/l



EC1=1.8 mS/cm; EC2=3-3,5 mS/cm; EC3=5-5,5mS/cm

Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della concentrazione della soluzione nutritiva (SN), del sistema di irrigazione e dell'uso del silicato di potassio nei confronti di *Bremia lactucae* su lattuga in fuorisuolo.



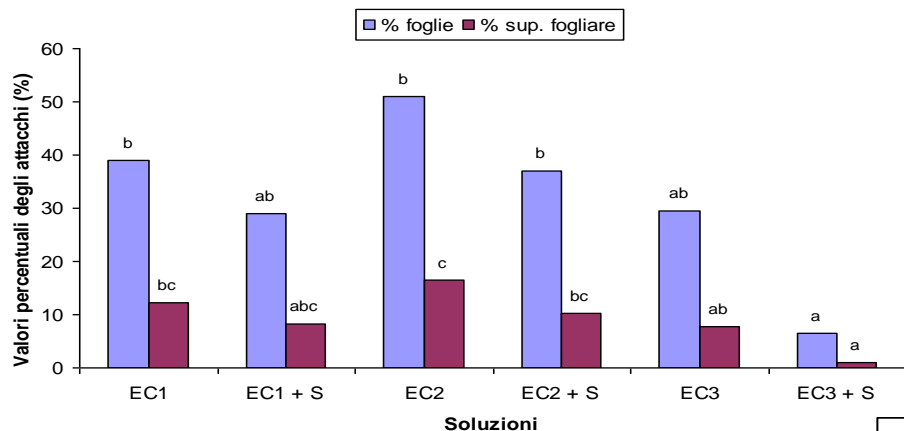
EC1=1.8 mS/cm; EC2=3 mS/cm; EC3=4.7mS/cm

Silicato di potassio 100 mg/l

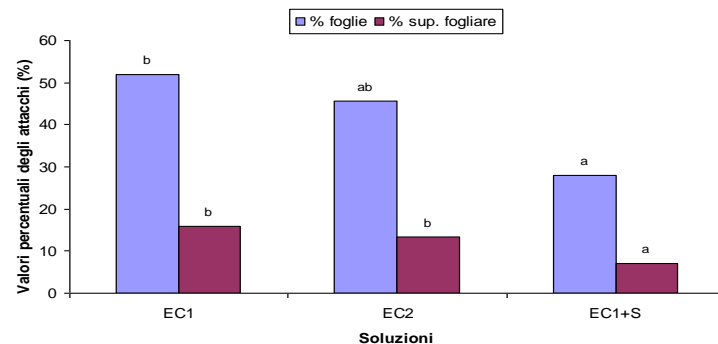
Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della concentrazione della soluzione nutritiva (SN) e dell'uso del silicato di potassio nei confronti di *Bremia lactucae* su lattuga in fuorisuolo.

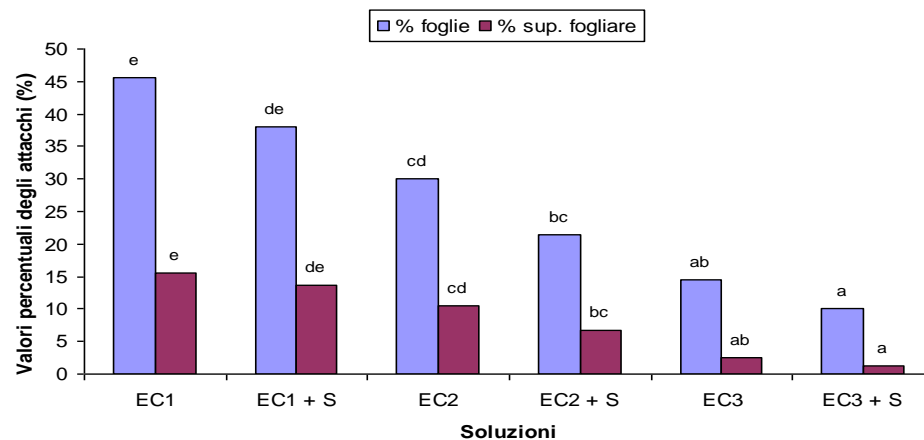
Gravità degli attacchi di peronospora su lattuga cv Cobham Green allevata fuori suolo



Gravità degli attacchi di peronospora su lattuga cv Cobham Green allevata fuori suolo



Gravità degli attacchi di peronospora su lattuga cv Cobham Green allevata fuori suolo

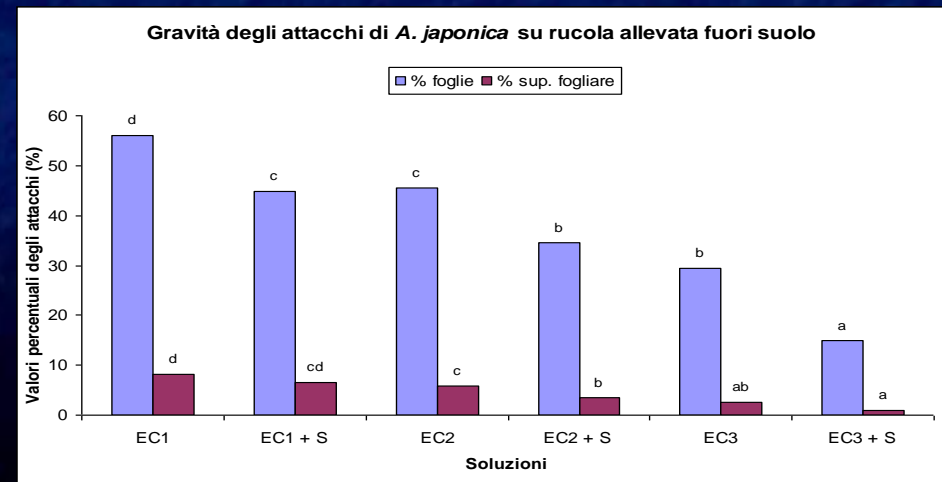
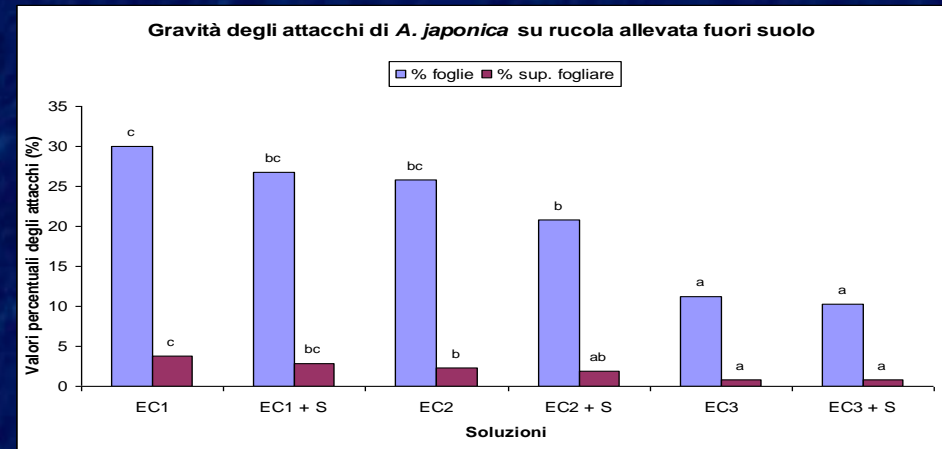
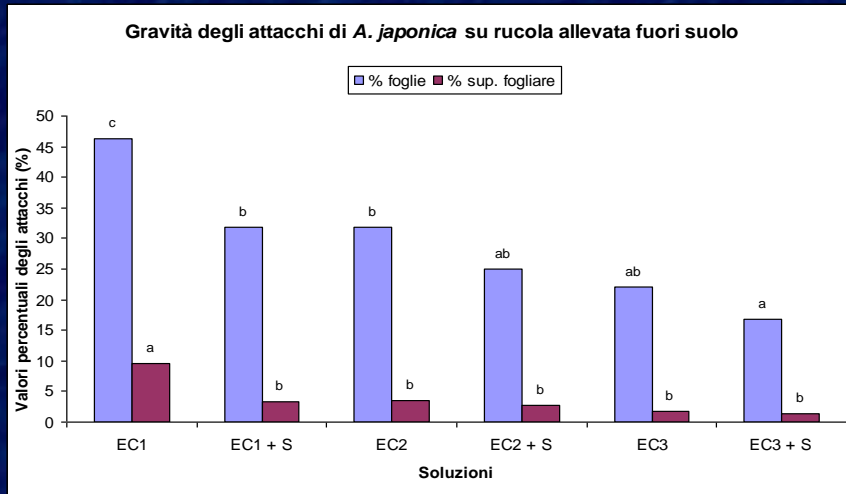


E.C.1 (1.5-1.6 mS cm⁻¹), E.C.2 (3-3.5 mS cm⁻¹), E.C.3 (4-4.5 mS cm⁻¹)

Silicato di potassio 100 mg/l

Impiego dei silicati in colture fuori suolo

Effetto della concentrazione della soluzione nutritiva e del silicato di potassio sulla diffusione e gravità degli attacchi di *Alternaria japonica* su rucola



E.C.1 (1.5-1.6 mS cm⁻¹), E.C.2 (3-3.5 mS cm⁻¹), E.C.3 (4-4.5 mS cm⁻¹)

Silicato di potassio 100 mg/l

Utilizzo di silicati provenienti da processi industriali sul contenimento di patogeni fogliari

Prove di valutazione dell'efficacia di silicati da scarti industriali sul contenimento di:

-mal bianco (*Podosphaera xanthii*) su zucchini (*Cucurbita pepo*) a seguito di trattamenti fogliari con:

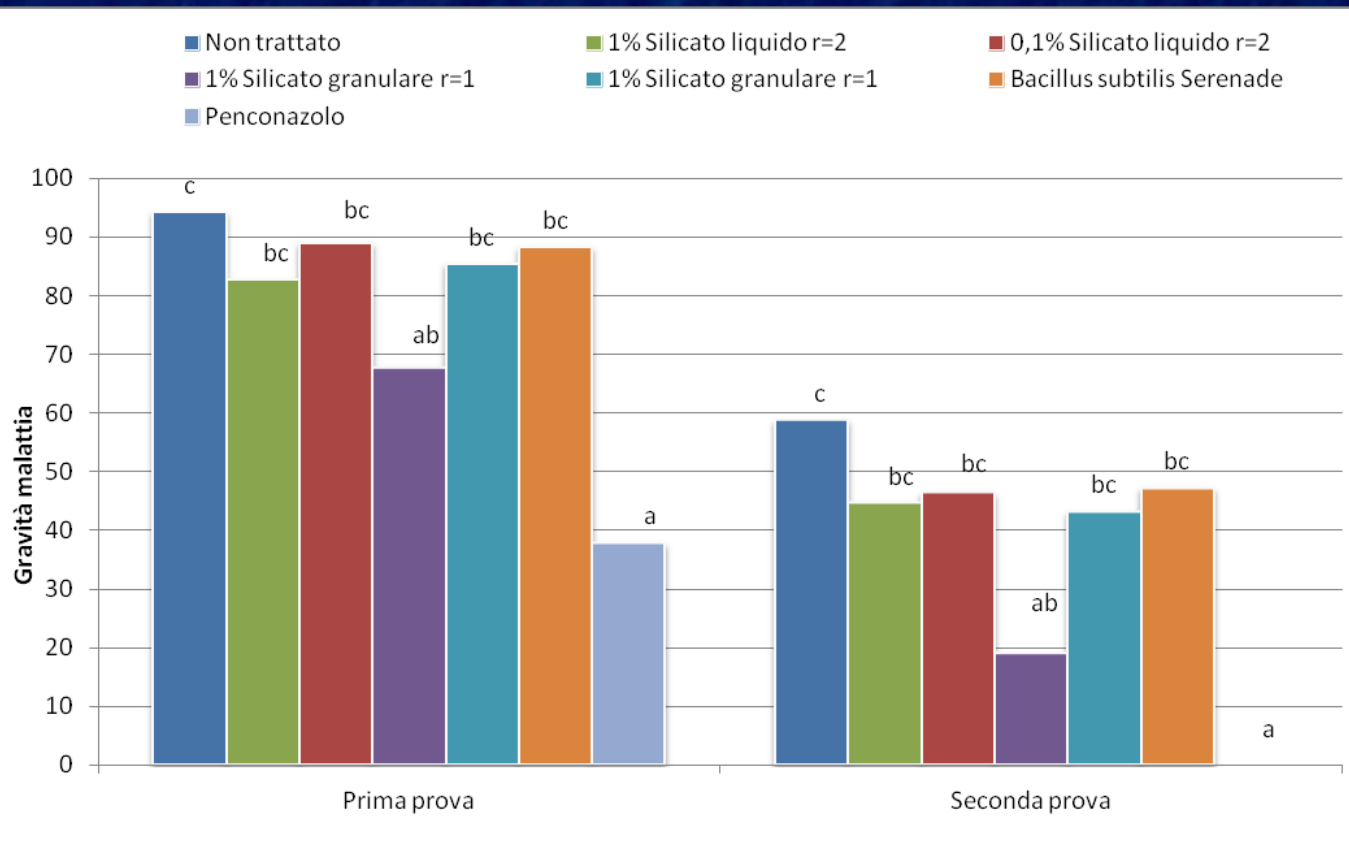
- propiconazolo (testimone chimico)
- *Bacillus subtilis* (testimone biologico)
- 0,1 e 1% di silicato di sodio (r=1, granulare)
- 0,1 e 1% di silicato di sodio (r=2, liquido)
- solo acqua (testimone non trattato).

- mal bianco (*Podosphaera xanthii*) su cetriolo (*Cucurbita sativus*) in fuori suolo

- silicato di potassio alla concentrazione di 100 e 200 mg/l
- silicato di sodio alla concentrazione di 100, 200 e 400 mg/l

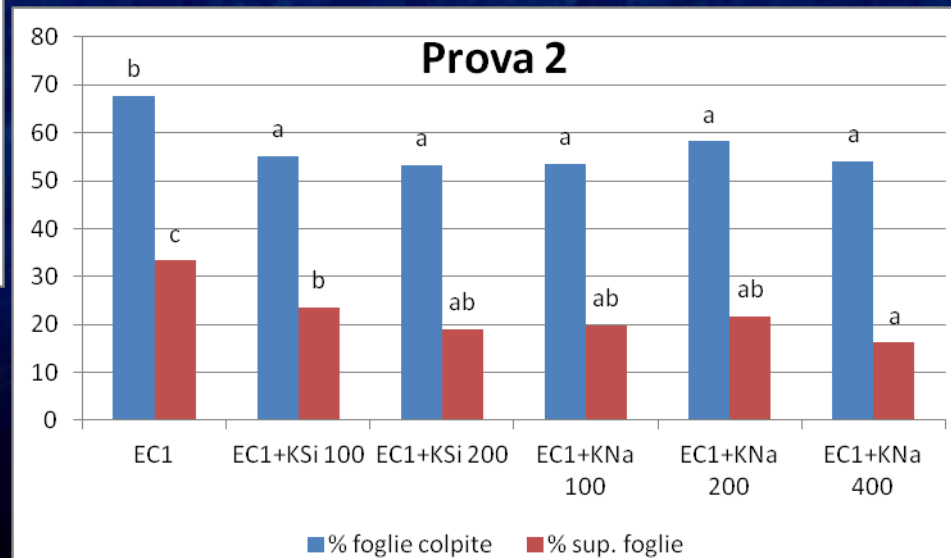
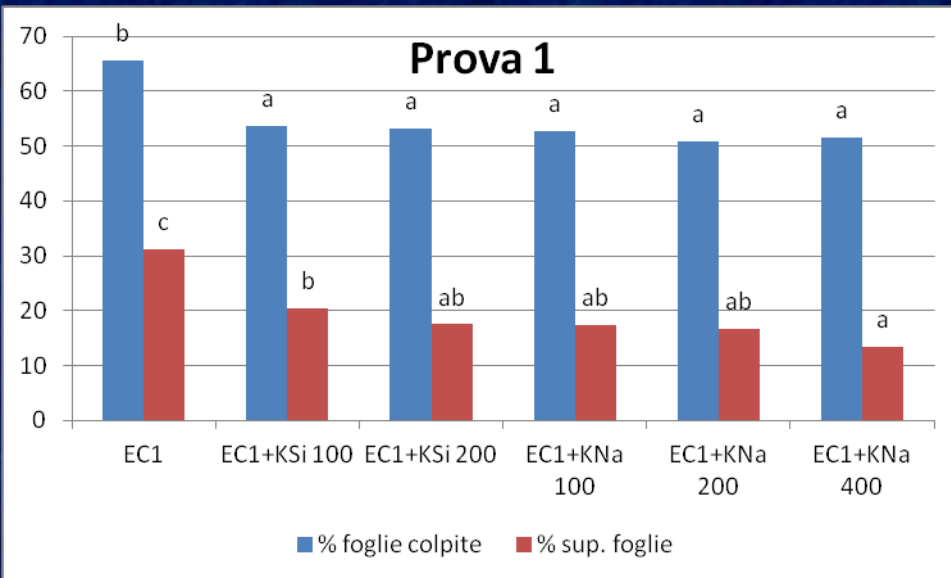
Utilizzo di silicati provenienti da processi industriali sul contenimento di patogeni fogliari

Prove di valutazione dell'efficacia di silicati da scarti industriali sul contenimento di *Podosphaera xanthii* su zucchini



Utilizzo di silicati provenienti da processi industriali sul contenimento di patogeni fogliari

Prove di valutazione dell'efficacia di silicati da scarti industriali sul contenimento di *Podosphaera xanthii* su cetriolo in fuori suolo



Conclusioni

Contenimento degli attacchi di *O. lycopersici* su pomodoro, di *B. lactucae* su lattuga e di *A. japonica* su rucola conferma gli effetti benefici dalla somministrazione di silicati osservati anche su altre specie orticole.

Effetto positivo dell'aumento della concentrazione della soluzione nutritiva sul contenimento del mal bianco del pomodoro e della peronospora della lattuga.

Valorizzazione di silicati provenienti dall'industria fotovoltaica per il contenimento di alcuni patogeni fogliari quale il mal bianco.

Silicati non sufficienti da soli nel caso di infezioni molto gravi:

- possibilità in futuro di ridurre notevolmente l'utilizzo dei fungicidi attuando una lotta di tipo integrata;
- utilizzo in agricoltura biologica.

Grazie per l'attenzione

Lavoro svolto con un contributo della Regione Piemonte (Fondo Europeo per lo Sviluppo POR FESR 2007/2013, Asse I – I.1.3 Innovazione e PMI), nell'ambito del progetto BYFRIEND, Polo della Chimica Sostenibile.

Si ringrazia l'azienda Garbo s.r.l. di Cerano (NO) per aver fornito alcuni dei silicati descritti nel presente lavoro.