

Il Silicio come corroborante

per la biofortificazione delle piante di interesse agrario

Dott. Stefano Poppi

Biostimolanti conference – Bologna 20 /21 febbraio 2024

Il Silicio

microelemento (M) corroborante (C) perché non Induttore di resistenza (IR)?
Come e dove lo andiamo a posizionare ?

Microelementi

(Boro, Rame, Cobalto, Ferro, Manganese, Zinco, Molibdeno)

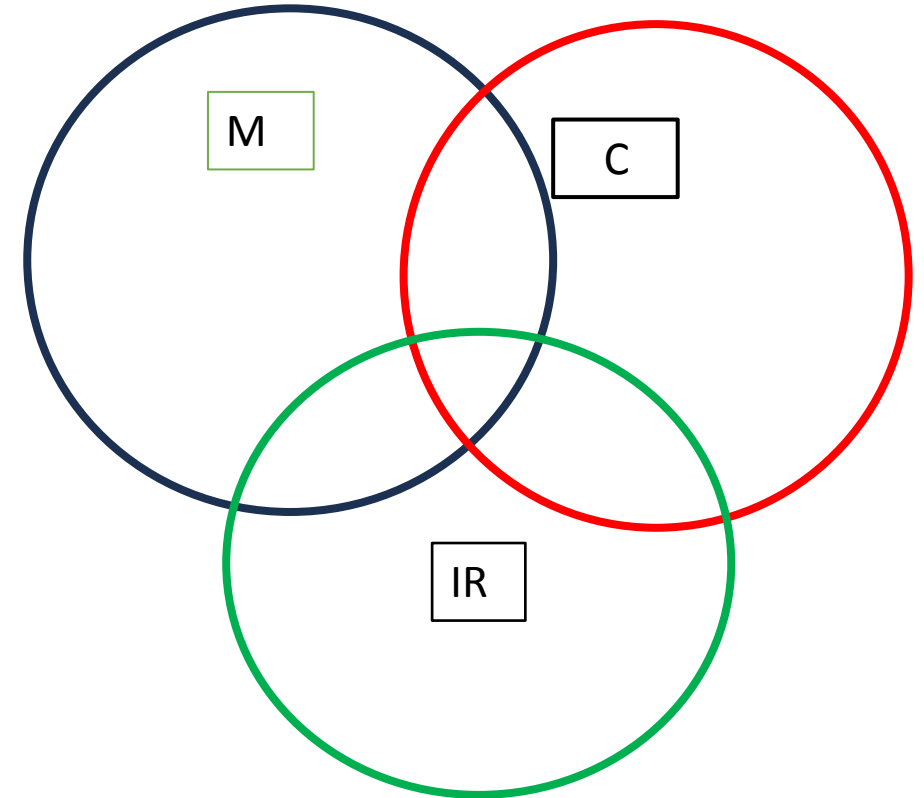
Denominati anche oligoelementi o elementi secondari, si trovano nei tessuti vegetali, quindi nelle ceneri, sono necessari e indispensabili in piccola quantità per un normale sviluppo delle piante

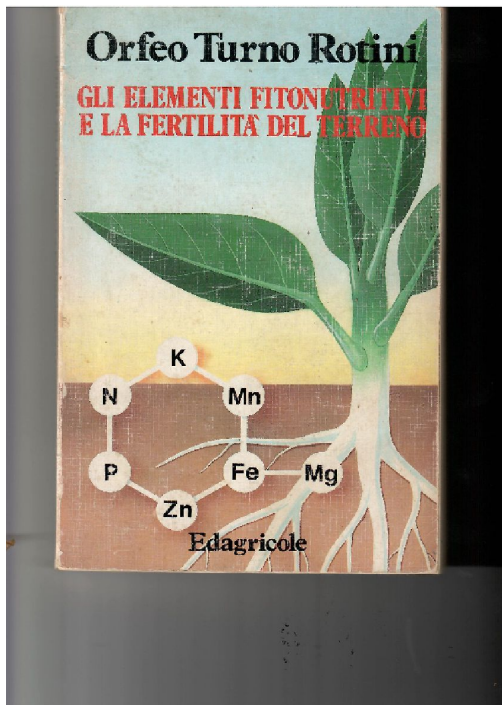
Corroboranti

In agricoltura il termine “Corroborante” (dal latino vis, roboris = forza) indica un prodotto di origine naturale, non ascrivibile alla categoria dei fertilizzanti, che migliora la resistenza delle piante nei confronti degli organismi nocivi, proteggendo da danni non provocati da parassiti.

Induttori di resistenza

Gli induttori di resistenza sono delle sostanze che non hanno un'attività diretta nei confronti del patogeno, essi però attivano i naturali meccanismi di difesa che tutte le piante possiedono





**Gli Elementi
fitonutrienti e la
fertilità del terreno**
(Edagricole 1984 – pg
134)

Il Silicio

L'elemento dimenticato !!!

mi preme riportare una frase tratta dal testo del prof. O.Turno Rotini

*.....Quando la chimica organica del Silicio sarà più diffusamente conosciuta, data **l'ubiquità del silicio nel mondo in cui vivono le piante**, non è del tutto improbabile che la sua partecipazione alla **edificazione** degli organismi vegetali apparirà più evidente e la sua utilità meno controversa.*

Attualmente, sono disponibili - come tipologia commerciale «CORROBORANTE » dei formulati a base GEL di Silice (SiO_2).

Esiste poi un florido mercato «parallelo » (non normato) di prodotti (circa 18 etichette) che dichiarano di contenere Silicio in forme chimiche alquanto subdole e molto lacunose nelle informazioni.

Abbiamo a disposizione una vasta bibliografia scientifica e sperimentale che attesta l'importante funzione di biostimolazione sulle colture di interesse agraria con esiti molto favorevoli.

Mi preme segnalare i lavori di:

-M. D'Imperio e altri (ISPA – Bari)

-Prof. Valentinuzzi (Bolzano

- dott. Trinchera (CRA-RPS Roma) – vedi Siliforce Day a Bologna nel 2.....

Nel mondo:

-E .Bent (Hull University UK)

- R. J.Haines (University of Queensland –Australia)

- J.F. Ma (Università di Okayama – Giappone)

Per cause ignote

nel contesto delle normative vigenti (Regolamento CE 2003/2003 – Regolamento UE n.2019/1009 – Decreto legislativo . 75/2010) **il Silicio non è ancora riconosciuto come elemento nutritivo utile per le piante.**

International Society for Silicon in Agriculture (organizzano ogni 5 anni dei convegni internazionali sul Silicio e silicati)

Nel corso dell'ultimo convegno è stato affermato :**non aiuta che il silicio è escluso dalla lista ufficiale di fertilizzanti e elementi essenziali ma recentemente è stato registrato come:**

- biostimolante dall'EBIC (European Biostimulants Industry Council) per il suo effetto sulla mitigazione degli stress abiotici, ma non (ancora) contro gli stress biotici.

Per ulteriori informazioni: Il blog dell'Autore: (theme 'Bioactive Silicon) Edward Bent HORTCOM

*Sono in corso diversi studi presso il CNR – ISPA (Istituto di Scienze Produzioni Alimentari) a cura dei ricercatori Francesco Serio e Massimiliano D'Imperio che hanno presentato i loro lavori di ricerca in occasione del convegno «Tecniche agronomiche per la **biofortificazione** delle piante ortive » Bari – ottobre 2017.*

ricercatore **Massimiliano D'Imperio**, progetto con cui ha appena vinto il premio per la migliore tesi di dottorato nel settore dell'ortoflorofrutticoltura dell'**AISSA (Associazione italiana delle società scientifiche agrarie)** e che rientra nel macro filone di ricerca 'Prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio, tecnologia per la qualità di nuovi prodotti' coordinato da **Giancarlo Colelli dell'Università di Foggia**.

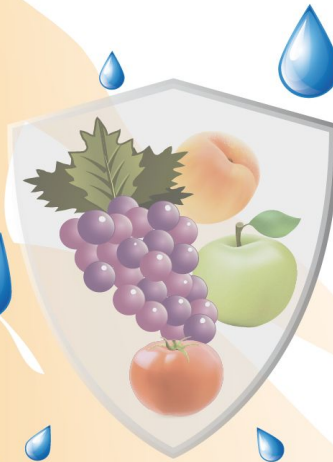
Testate in serre idroponiche super-insalate arricchite di silicio e calcio



GEL DI SILICE®

CORROBORANTE DELLA DIFESA DELLE PIANTE

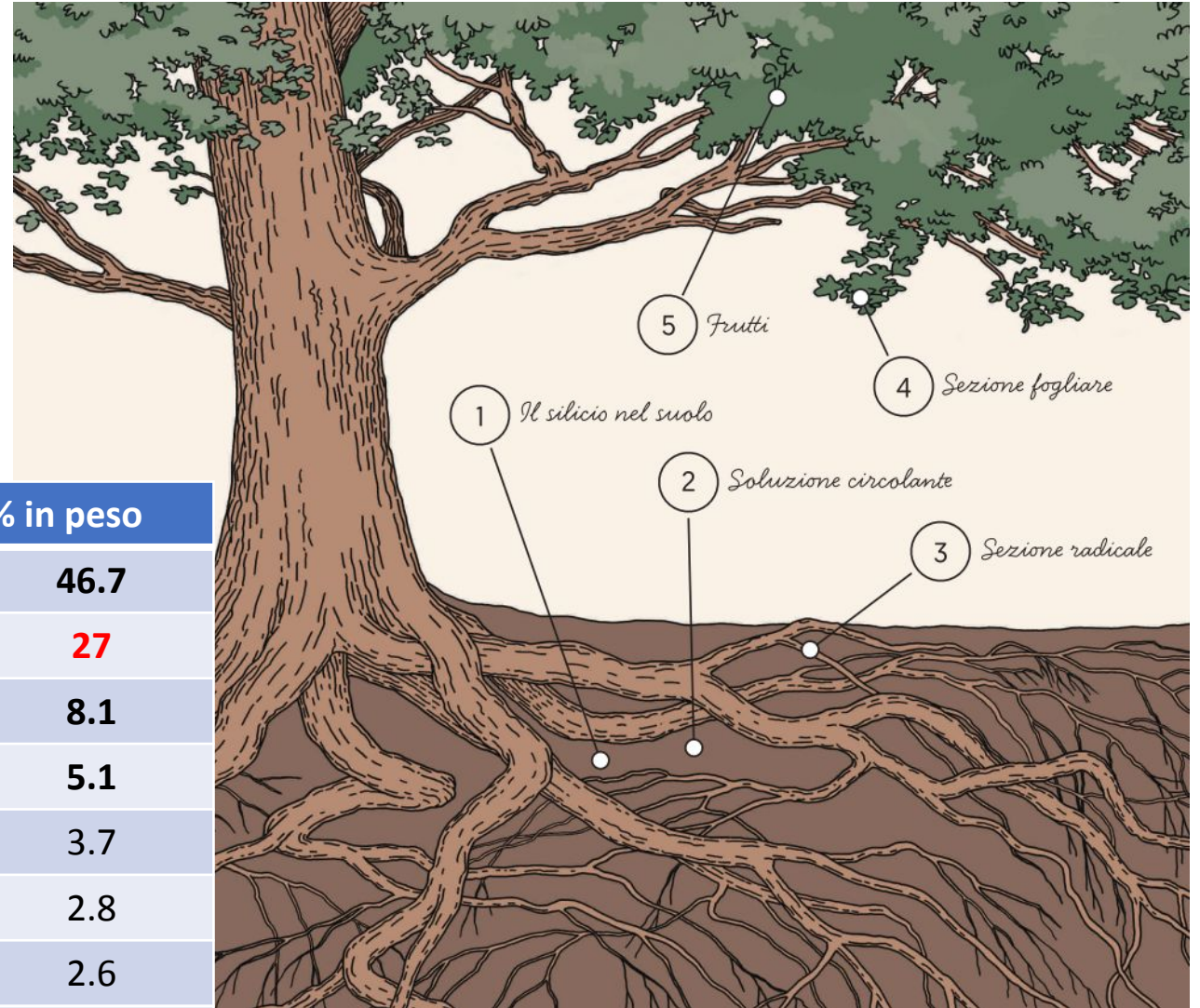
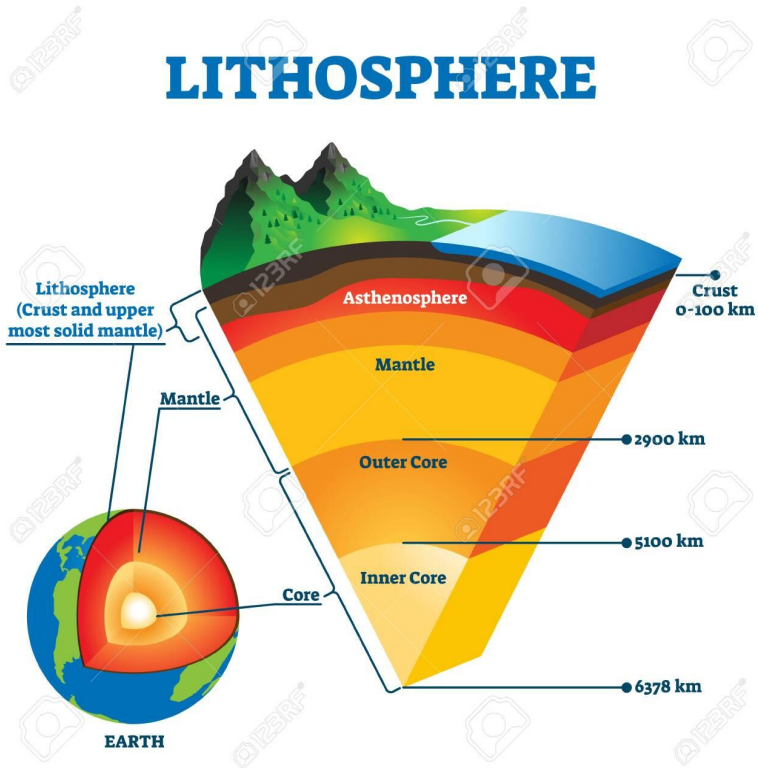
- Effetto asciugante! Contrasta in modo naturale le patologie legate agli eccessi di umidità.
- Protegge la vegetazione ed i frutti dai colpi di caldo e di sole senza imbrattare.
- Fornisce alle piante Silicio e Calcio, garanzia di produzioni di qualità.
- Irrobustisce le pareti cellulari a livello cuticolare ed intracellulare.
- Formulazione liquida, non volatile, altamente miscibile
- Aumenta la shelf life e favorisce la sanità dei frutti in conservazione.
- I microcristalli di Gel di Silice ostacolano il movimento degli insetti.
- La sua azione sinergica potenzia gli effetti degli anticrittogamici in biologico ed in convenzionale.



Confezione da 5 l



Il ciclo del Silicio



	% in peso
O	46.7
Si	27
Al	8.1
Fe	5.1
Ca	3.7
Na	2.8
K	2.6
Mg	2.1
altri	1.2

Principali gruppi minerali

I) Gli elementi nativi: sono 20 di oro, argento, rame, platino, etc

II) Solfuri

III) Ossidi e idrossidi

IV) Alogenuri

V) Carbonati, nitrati, borati

VI) Solfati

VII) Fosfati

VIII) Silicati : ci sono più silicati (6 gruppi) di tutti gli altri minerali messi insieme, sia per quantità che per numero:

di interesse agronomico: Fillosilicati (argille e miche) e Tectosilicati (feldspati, quarzo, zeoliti)

IX) Minerali organici

Il Silicio nel Terreno

E' il secondo elemento quantitativamente più rilevante nella litosfera (circa 26%) dopo l'ossigeno e, addizionato all'alluminio va a formare il 59% della crosta terrestre.

Come Silice va a formare i più diffusi composti colloidali del terreno (fillosilicati, tectosilicati,etc)

Le rocce silicate sono poco alterabili (in funzione del clima, del pH, vegetazione)

Il suo contenuto nella soluzione circolante nel terreno suolo, sottoforma di acido silicico indissociato,

Si(OH)₄ varia da 2 a 30 mgr. x litro

L'ac. ortosilicico, nel suolo, tende a polimerizzare: **Si(OH)₄ + Si(OH)₄ → (HO)₃Si-O-Si (HO)₃ + H₂O**

Con la conseguente indisponibilità nella soluzione circolante perché si aggrega in gel di silice amorfa

(SiO₂ + nH₂O) che comunque rimane la principale fonte di silicio, molto più disponibile del silicio

presente nei minerali primari e secondari.

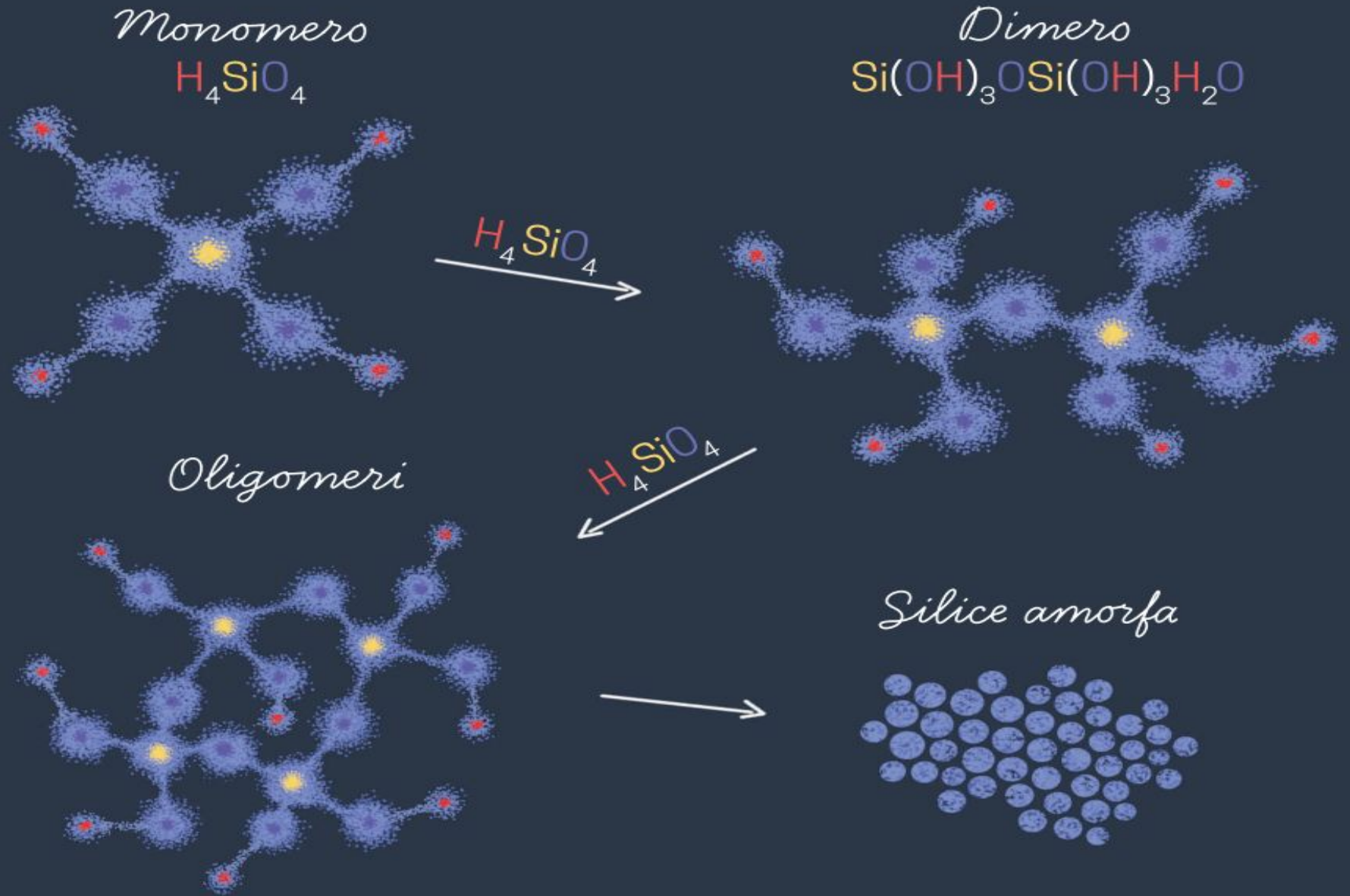
Viene assorbito dalle piante In natura l'assorbimento del Si avviene per via radicale in forma di

acido ortosilicico H₄SiO₄ con processi metabolici attivi e passivi per essere poi accumulato nelle

cellule (**vedi fitoliti**).

Silicio nella
soluzione
circolante
del suolo

da 6 a
30(100) mgr
x litro



Un sito di estrazione di tufi vulcanici ricchi in zeolite

Con i processi pedogenetici vengono resi disponibili gli elementi minerali della fertilità chimica dei suoli

Le rocce ricche di silicati rilasciano, nella soluzione circolante, delle quantità minime di silicio e la sola forma assimilabile dalle radici è quella:

dell'acido
ortosilicico



Az. Mariani –
Coop Apofruit
Aprilia 2011

Presenza attiva e illimitata nel tempo
Benefici diretti: a parità di produzione
Apporti idrici : - 38%
Apporti di fertilizzanti : - 25 %



Quanto
Silicio nella
soluzione
circolante ?

Zeolite Italiana
Composizione chimica

SiO₂ = 52%

Al₂O₃ = 17%

Fe₂O₃ = 3,6%

CaO = 5,7%

K₂O = 6,1%

Altri



Bacillus mucilaginosus, un batterio che solubilizza i silicati, microrganismo modello nella ricerca sull'erosione dei minerali silicatici (Basak e Biswas, 2009; Malinovskaya et al., 1990) [2, 8] .

Gli studi approfonditi sul batterio sono concentrati principalmente sul rilascio di silicio dai minerali del suolo e sull'applicazione dello stesso come rizobatteri che promuovono la crescita delle piante (PGPR) .

Le cellule di *B. mucilaginosus* producono composti biologicamente attivi che possono stimolare la crescita delle piante.

La bio-inoculazione di *B. mucilaginosus* e l'aumento della resa di frumento, mais, orzo, patate, barbabietola da zucchero, pomodoro, cavolo, uva, pisello e girasole sono stati segnalati frequentemente e hanno dimostrato un notevole aumento della resa dei raccolti.

Sulla base di quanto sopra, la presente ricerca è stata intrapresa per sfruttare le potenzialità del *Bacillus mucilaginosus* sul rilascio di silicio dai suoi composti.

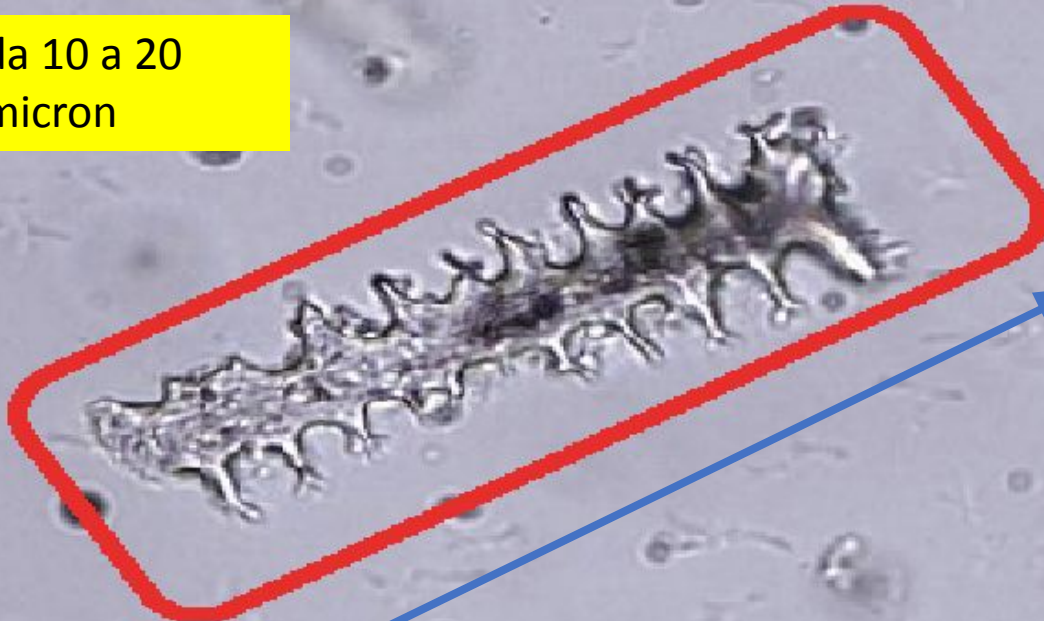
Il Silicio elemento

- ☐ numero atomico : 14
- ☐ Peso atomico : 28,0855 uma
- ☐ Raggio atomico: 110 pm
- ☐ Stato di aggregazione: solido
- ☐ Colore grigio, lucidità metallica
- ☐ Elemento inerte, metalloide
- ☐ Reagisce con alogeni e alcali diluiti
- ☐ Non viene attaccato dagli acidi forti ma solo dall'acido fluoridrico



50 μm

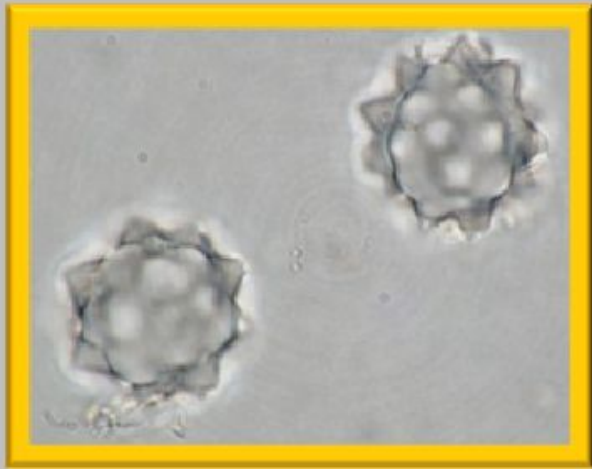
da 10 a 20
micron



Le pietre vegetali

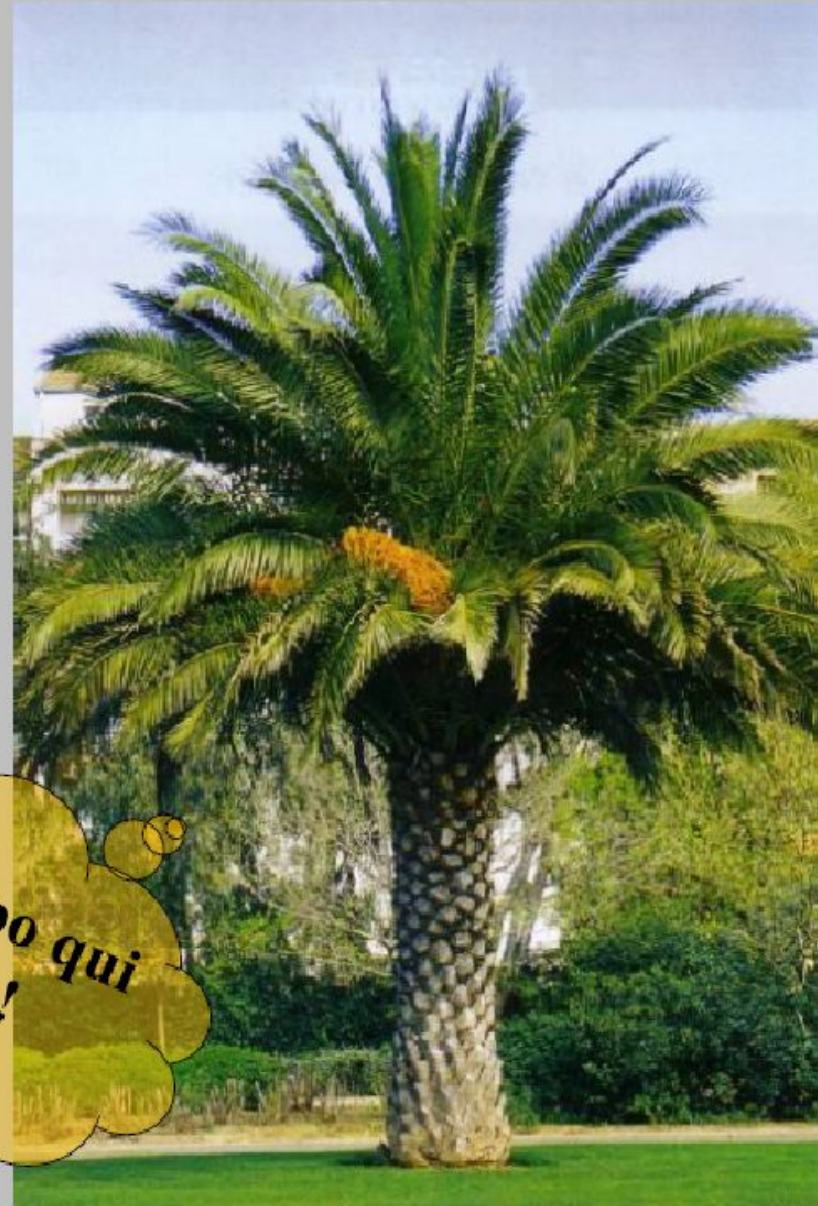
I Fitoliti

La robustezza «minerale» ne consente la conservazione per millenni e millenni e millenni, anche quando la pianta si è dissolta, lasciando nel substrato il marchio inconfondibile della sua passata presenza

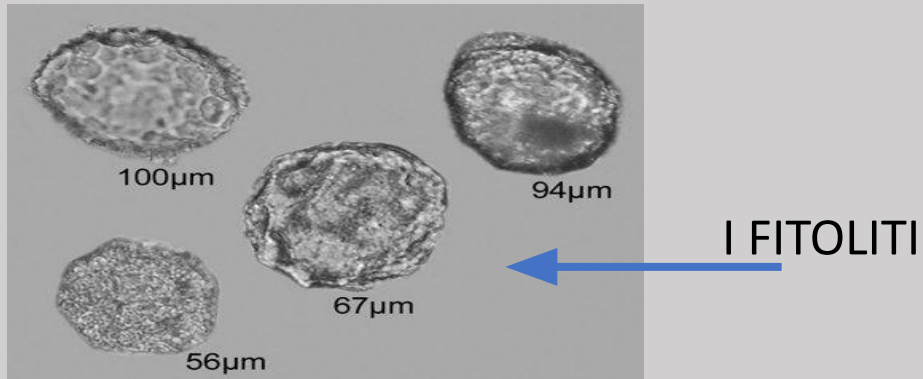


il fitolita

Un tempo qui
vivevo io !



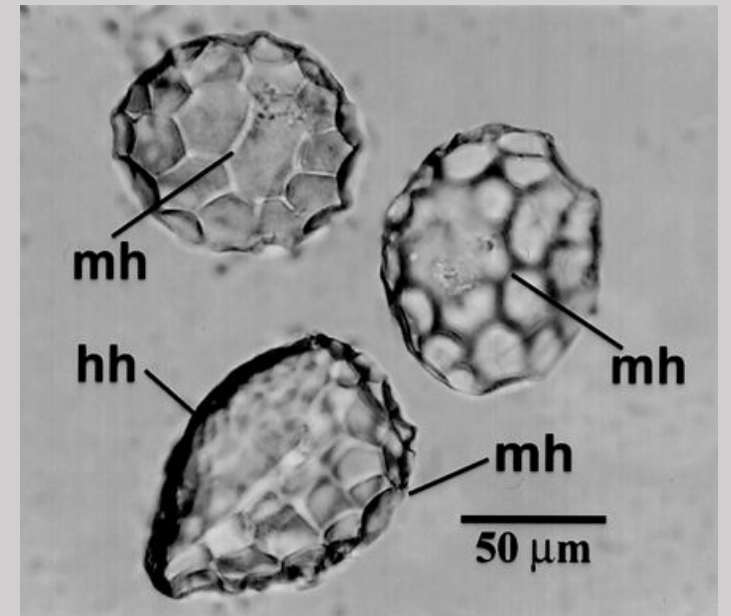
Il Silicio nelle piante



Il Silicio si accumula nelle cellule grazie alla formazione dei FITOLITI (silice amorfa) che sono entità microscopiche di misura variabile (tra 20 µm ed 1 mm circa) e dipendono dall'età delle cellule, dall'intensità dell'attività fisiologica della pianta, dalle diverse specie vegetale che li ha prodotti.

La composizione chimica li rende praticamente indistruttibili.

Ogni specie vegetale produce e conserva nel tempo i propri FITOLITI come una indelebile «testimonianza di presenza» con dimensioni e morfologia ben distinguibili (vedi gli studi di archeo botanica) e riconducibili alla specie botanica che li ha generati : **Carta di identità delle piante!!!**



***Cucurbita*: la storia della domesticazione e i fitoliti**

Ben sei specie di *Cucurbita* furono domestiche prima del contatto con gli Europei in un territorio che va **dall'Est del Nord America al Sud del Sudamerica**. Fra queste ci sono le prime piante domestiche e sottoposte a coltura nel Nuovo Mondo.

C. pepo fu domesticata almeno 10.000 anni dall'oggi.

C. pepo subsp. *pepo*
"Connecticut field", cultivar
"nativa" pre-1700



**che cosa se ne facevano gli
Amerindi delle zucche, se
non potevano mangiare la
polpa?:**





Small-fruited *Cucurbita moschata* with proportionately large seeds. Rind soft.

Tutte le parti della pianta di *Cucurbita* portano molti fitoliti, ma i più diagnostici sono quelli che si trovano nel «**fruit rind**».

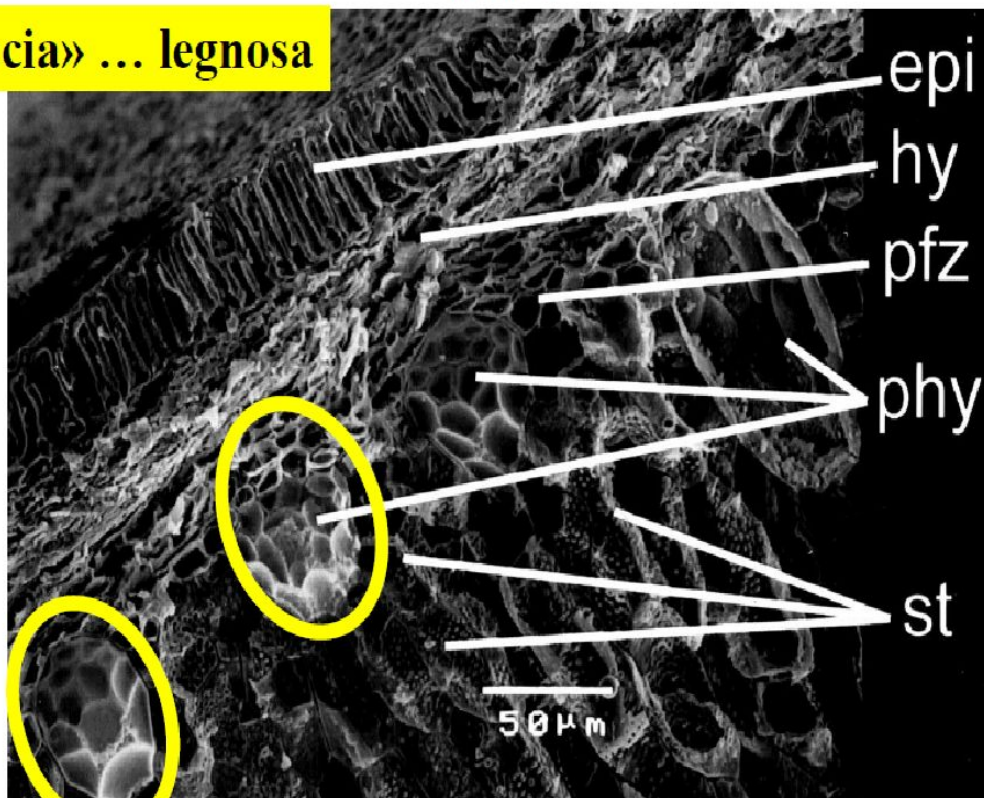
Nel genere *Cucurbita* esiste il gene **Hard rind (HR)** che codifica sia la lignina, la causa della buccia «dura», che la produzione dei fitoliti (e anch'essi non scherzano, quanto a «durezza»)

I fitoliti si formano vicino alla superficie della buccia, come una interfaccia tra epidermide e tessuti sottostanti (**non dentro alle cellule, ma negli spazi intercellulari**)

Lignina + fitoliti = barriera insormontabile per molti erbivori e per i funghi patogeni.

Scanning electron microscopy (SEM) micrograph of a cross section through a lignified rind from C.

«Buccia» ... legnosa

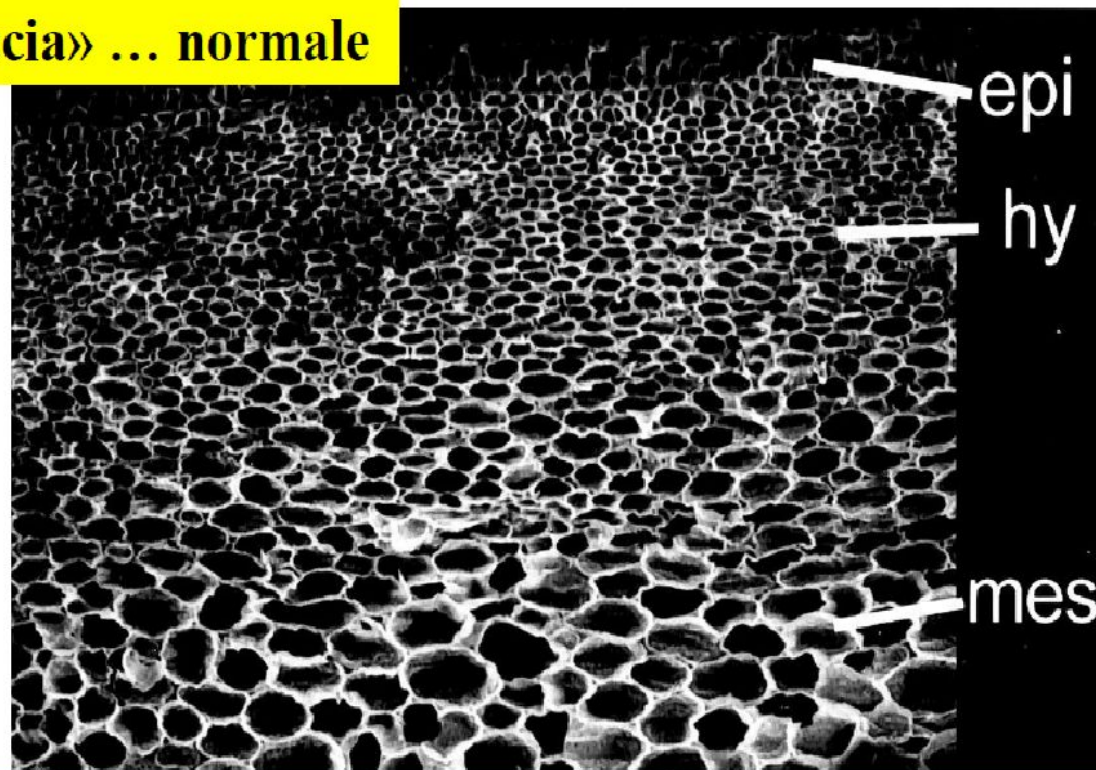


Piperno D et al. PNAS 2002;99:10923-10928

PNAS

SEM micrograph of a nonlignified rind of C. moschata showing the absence of phytoliths, phytolith forming zone, and stone cells.

«Buccia» ... normale

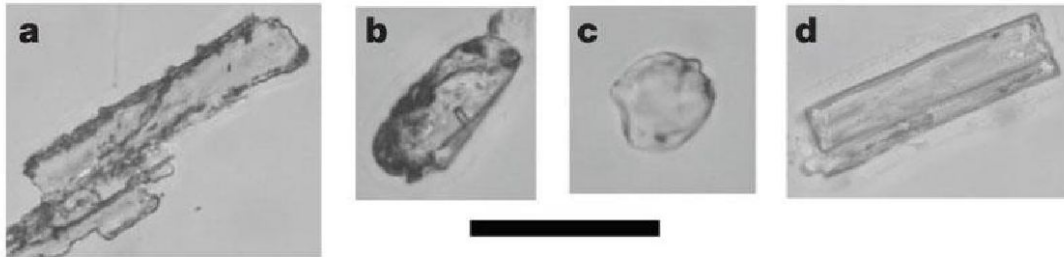


Oggi molte varietà culturali di Cucurbita (omozigotiche per HR) sono completamente prive di fitoliti, mentre altre ne hanno pochissimi.

PNAS



Tartaro di uomo primitivo



Cosa si mangia oggi?



Tartaro = placca mineralizzata. La saliva è supersatura di fosfato di calcio contro l'erosione ai denti per consumo di cibi acidi. I batteri formano una pellicola sui denti, una superficie ruvida su cui precipita il fosfato. L'insieme della pellicola batterica e del tartaro aumenta, intrappolando residui di cibo, tra cui granuli di amido e **fitoliti**.

Quali i fattori coinvolti nell'assorbimento e nella deposizione dei fitoliti ?

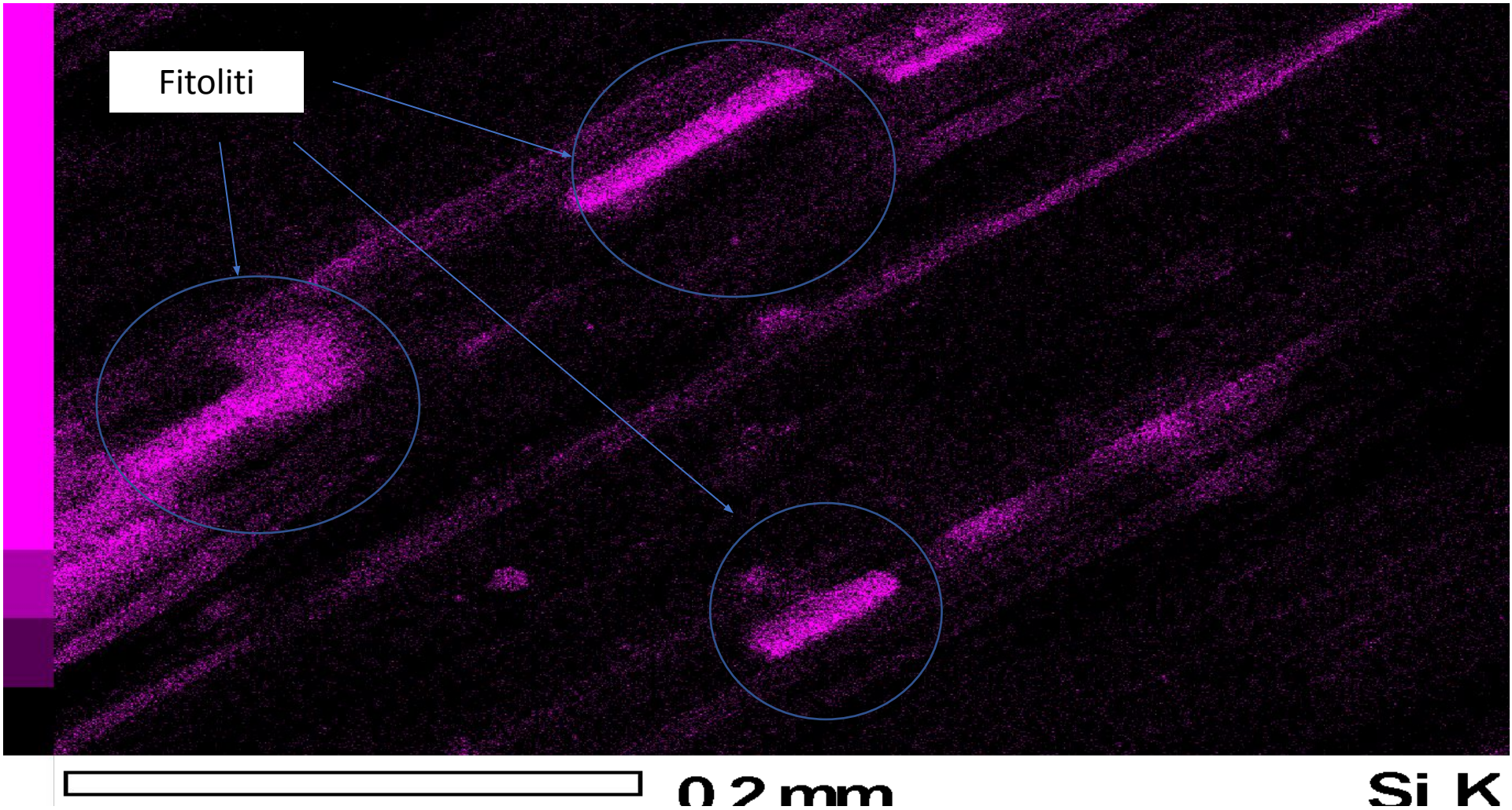
- **pH:** la capacità di assorbire Si è influenzata dal **pH:** le **condizioni favorevoli tendono a occorrere con pH 8-9.**
- **Azoto (N) e Fosforo (P) non favoriscono la produzione di fitoliti**
- **La presenza di sostanza organica è condizione favorevole**

•Irrigazione: nei suoli agrari l'irrigazione favorisce l'aumento della produzione di fitoliti.

•i fattori genetici sono fondamentali: sotto le stesse condizioni, specie diverse producono quote diverse di silicizzazione

Grano duro Senatore Cappelli

Determinazioni del Silicio presente nei tessuti fogliari del grano duro c.v. Senatore Cappelli
Immagini rese disponibili dal prof. D. Malferrari – Dipartimento di Scienze chimiche e geologiche dell'Università di Modena Reggio(giugno 2022)



Il Silicio nelle piante (vasta bibliografia disponibile)

- E' presente in quantità molto alte nel riso (100 volte maggiore delle altre specie) e nell' equisetto così come lo ritroviamo presente in tutte le specie coltivate come le graminacee e orticole (fagiolo, pomodoro, patata, etc)

Le quantità di Si (da Epstein) nelle piante possono andare da un minimo di 0,1% al al 10% sul peso secco

- Il Silicio a seguito della formazione dei **fitoliti** (deposizioni di silice amorfa) viene ad accumularsi nelle cellule.

Le dimensioni sono variabili (tra 20 µm e 100 µm) e dipendono dall'età delle cellule, dall'intensità dell'attività fisiologica della pianta, dalle diverse specie vegetale che li ha prodotti. La composizione chimica li rende praticamente indistruttibili.

Formazione

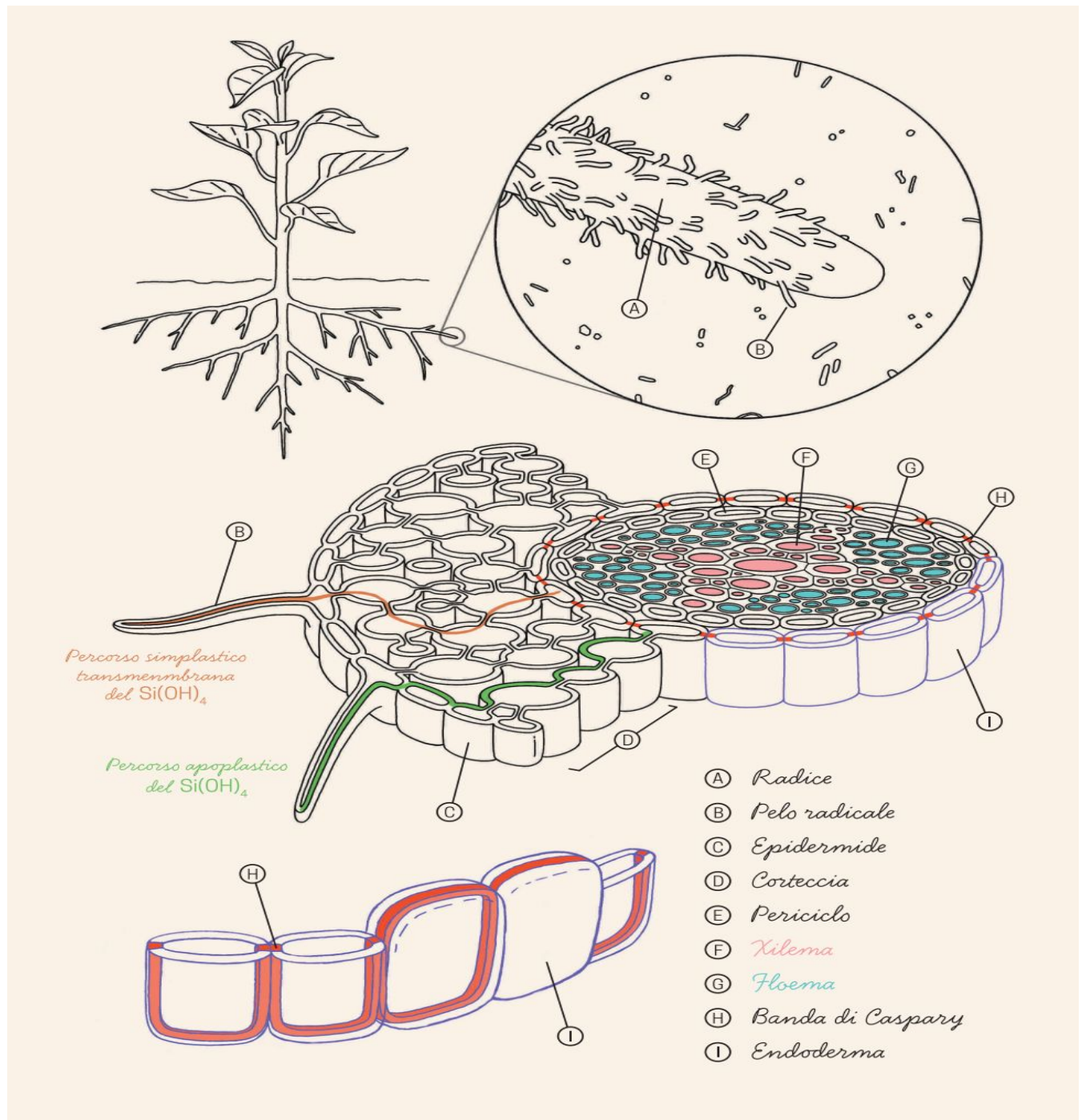
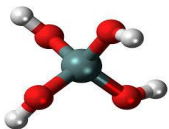
- In natura l'assorbimento del Si avviene per via radicale in forma di **acido ortosilicico** H_4SiO_4

Finché è in bassa concentrazione nei succhi cellulari rimane in soluzione, ma nelle parti soggette a traspirazione più intensa come le parti aeree (in particolare foglia e fiore) la perdita d'acqua lo fa precipitare sotto forma di biossido di silicio (SiO_2) detto anche silice idrata o opale biogeno ($H_4SiO_4 = SiO_2 + nH_2O$).

- La precipitazione del biossido di silicio comporta la formazione di sottili pellicole che **mineralizzano le pareti cellulari** (mineralizzazione), il deposito può anche formarsi all'interno della cellula stessa (deposito intercellulare che comporta l'occlusione della stessa, trasformandola in calcolo minerale), o può anche creare dei bastoncelli allungati fra cellula e cellula.

dal suolo alle radici

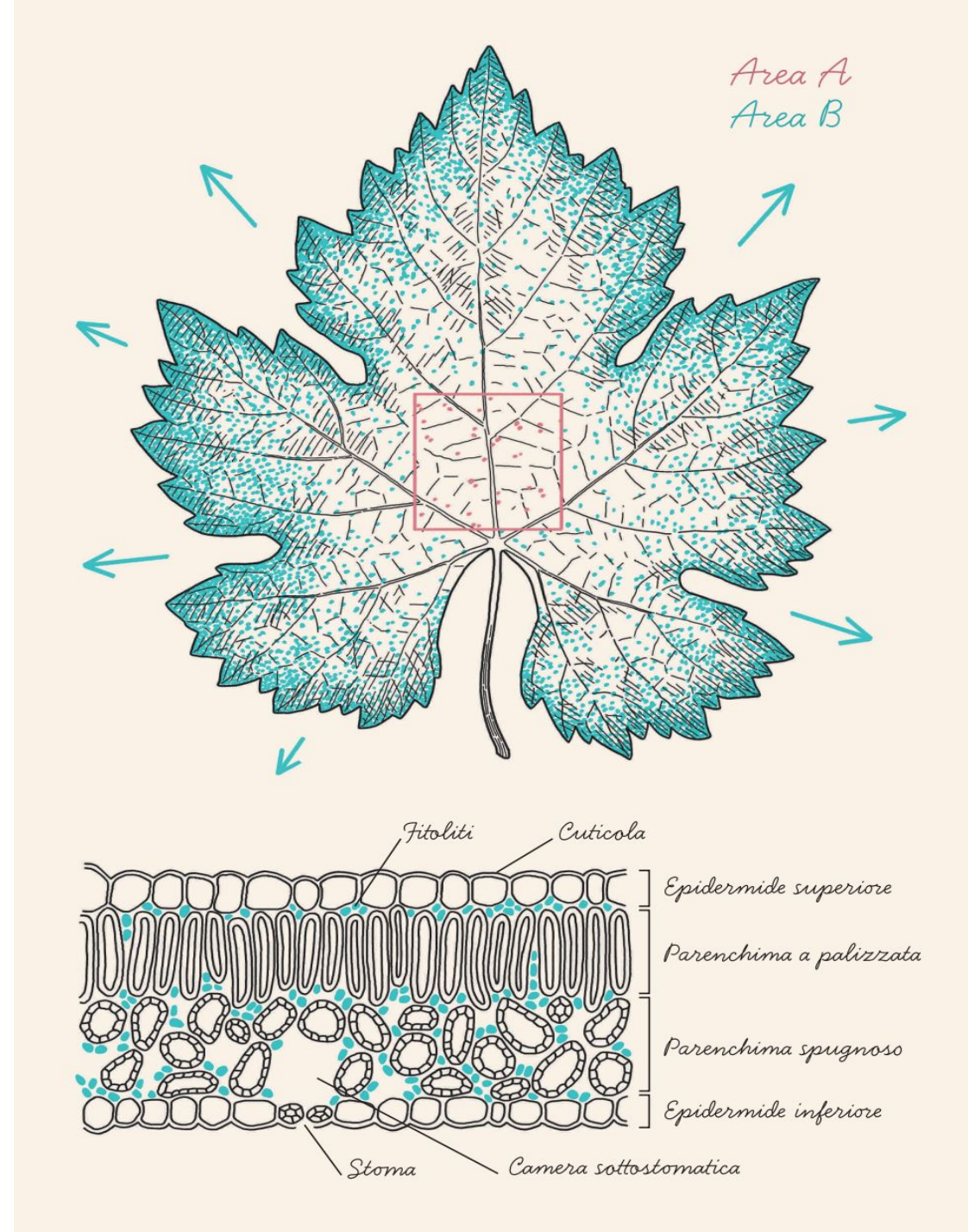
Il Silicio, per svolgere le sue attività biologiche all'interno delle cellule, deve essere prima assorbito penetrando attraverso la membrana citoplasmatica. Questo transito è di fatto impedito a molecole polimerizzate (per le loro dimensioni) - la sola forma che può transitare - per poi essere disponibile è quella dell'acido orto-silicico

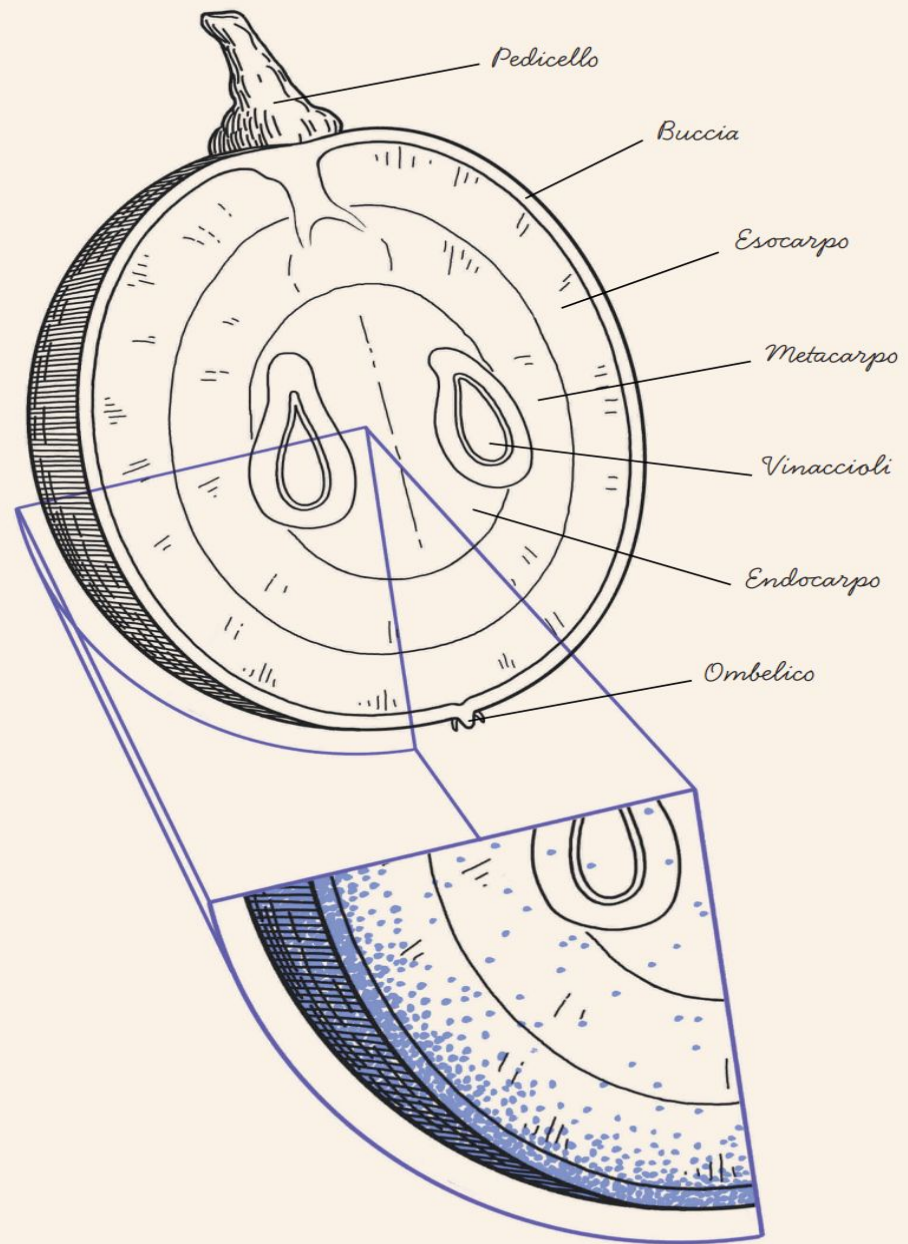


Dove si accumula

Il Silicio, finché è in bassa concentrazione nei succhi cellulari rimane in soluzione, ma nelle parti soggette a traspirazione più intensa come le parti aeree (in particolare foglia e fiore) la perdita d'acqua lo fa precipitare sotto forma di **biossido di silicio (SiO₂)** detto anche silice idrata o opale biogeno ($H_4SiO_4 = SiO_2 + nH_2O$).

- La precipitazione del biossido di silicio comporta la formazione di sottili pellicole che **mineralizzano le pareti cellulari** (mineralizzazione), il deposito può anche formarsi all'interno della cellula stessa (deposito intercellulare che comporta l'occlusione della stessa, trasformandola in calcolo minerale), o può anche creare dei bastoncelli allungati fra cellula e cellula.



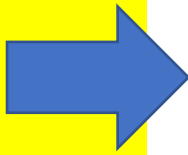


Tab. 32 – Composizione della soluzione nutritiva per l'allevamento di diverse colture orticole, piantine in vivaio e colture da taglio (A). Per le specie orticole viene riportata anche la composizione della soluzione circolante a livello radicale (B).

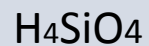
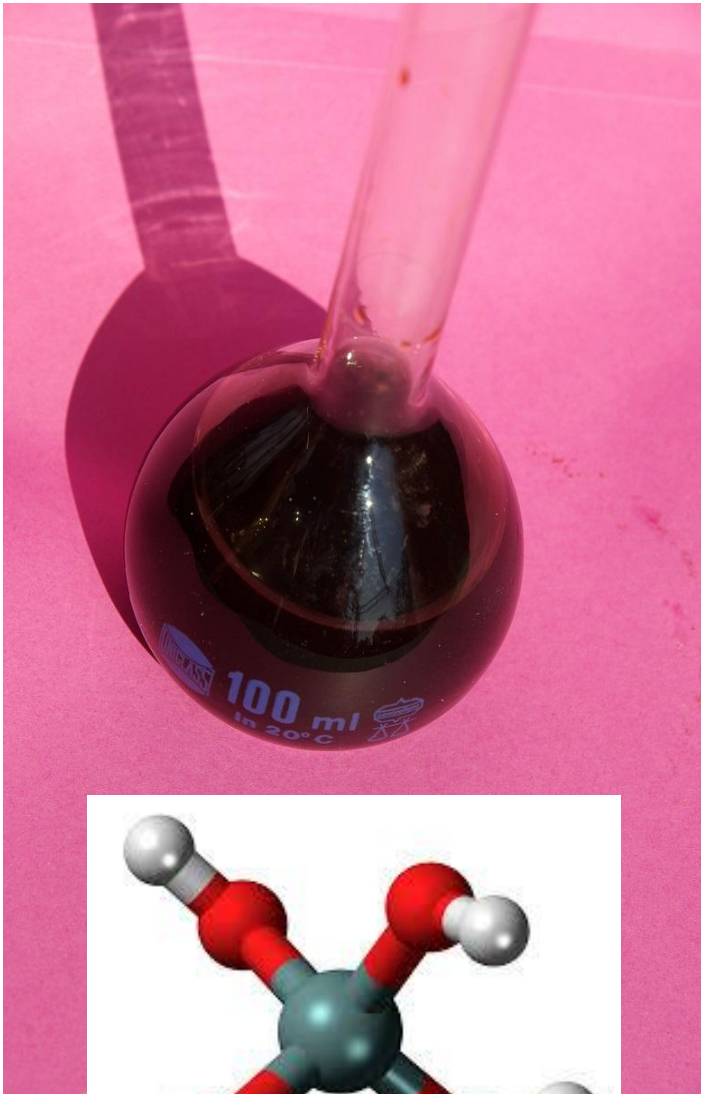
COLTURE (A)											
Fattori	Unità di misura	Pomodoro	Peperone	Cetriolo	Melone	Zucchino	Melanzana	Fagiolo	Fragola	Vivaio	Taglio
EC	mS cm ⁻¹	2.30	2.20	2.20	2.30	2.20	2.10	1.70	1.60	2.40	3.30
pH		5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2	5.5-6.2
NO ₃ ⁻	mM L ⁻¹	13.75	15.50	16.00	16.50	16.50	15.50	12.00	11.25	16.75	15.00
H ₂ PO ₄ ⁻	mM L ⁻¹	1.25	1.75	1.50	1.50	1.50	1.50	1.25	1.25	1.50	3.50
SO ₄ ²⁻	mM L ⁻¹	3.75	1.75	1.50	1.50	1.75	1.50	1.15	1.50	2.50	6.00
Cl ⁻	mM L ⁻¹	3-10 (*)									4.00
NH ₄ ⁺	mM L ⁻¹	1.25	1.25	1.25	1.00	1.25	1.50	1.00	1.00	1.25	3.00
K ⁺	mM L ⁻¹	8.75	7.00	8.00	7.00	7.50	6.75	5.50	5.50	6.00	11.00
Ca ²⁺	mM L ⁻¹	4.25	5.00	4.00	5.00	4.00	3.50	3.25	3.50	5.00	4.50
Mg ²⁺	mM L ⁻¹	2.00	1.50	1.50	1.50	2.00	2.50	1.25	1.35	3.00	3.50
Na ⁺	mM L ⁻¹	2-10 (*)									4.00
Si ⁴⁺	mM L ⁻¹			0.75	0.75						
Fe ²⁺	μM L ⁻¹	15.00	15.00	15.00	15.00	10.00	15.00	10.00	20.00	25.00	40.00
Mn ²⁺	μM L ⁻¹	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	15.00	10.00
B ³⁺	μM L ⁻¹	30.00	35.00	25.00	25.00	30.00	30.00	20.00	15.00	35.00	40.00
Zn ²⁺	μM L ⁻¹	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	7.00	5.00	5.00
Cu ²⁺	μM L ⁻¹	0.75	0.75	0.75	0.50	0.85	0.75	0.50	0.75	1.00	1.00
Mo ⁶⁺	μM L ⁻¹	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Dal manuale di orticoltura della Regione Veneto (2001)

a cura de prof. Pimpini e prof. Sambo-



Quindi non è vero che il silicio non meriti il dovuto interesse da parte dei professionisti



Acido ortosilicico stabilizzato

*Concime liquido con ferro e **silicio***

Ferro chelato EDTA 2,0 % p/p 24 gr/lt

Silicio : Non dichiarabile in etichetta
(da analisi: acido ortosilico: 94 gr x litro)

- Utilizzabile sia per via fogliare che radicale
- Per facilitare l'assorbimento si raccomanda di utilizzare delle soluzioni con reazione (pH) sub-acida (5,5 – 6)
- Il prodotto è perfettamente miscibile con tutti gli agrofarmaci e fertilizzanti
- Ammesso in agricoltura biologica
- Confezioni da 1 litro

Analisi chimica per la determinazione del silicio totale e silicio libero nei suoli.

- Le misure chimiche sui suoli sono eseguite con metodo della **fluorescenza X** (analisi di tutti gli elementi maggiori ed eventualmente in traccia); il silicio lisciviabile viene misurato mediante estrazione sequenziale e selettiva e determinazione dell'elemento in soluzione mezzo spettroscopia in emissione ottica (ICP-OES).
- Esame dell'estratto acquoso mediante fotometria.

Le misure sulle matrici vegetali

- Sono eseguite previo incenerimento delle matrici stesse e successiva mineralizzazione.

Gli elementi sono quindi misurati in soluzione con metodo ICP-OES.

Eventuali campioni con contenuto di silicio particolarmente elevato saranno verificati anche con altre metodologie (ad esempio fluorescenza X sulla cenere).

Sono analisi che rientrano in normali costi di listino (da 20 a 50 euro).

I benefici del Silicio alle piante

- ❑ Riduzione degli stress biotici : prevenzione dei danni da funghi patogeni (es il mal bianco) e insetti.
- ❑ Riduzione degli stress abiotici : carenza idrica , salinità, tolleranza all'eccesso di metalli pesanti (Al)
- ❑ Incremento dell'attività fotosintetica
- ❑ Favorisce la mobilità del P nel flusso linfatico

Le proprietà del Silicio accumulato nelle piante

- ❖ La dotazione del Silicio presente nelle parti eduli degli ortaggi (foglie, frutti, tuberi, etc) si conserva inalterata nel tempo per tutte le fasi successive alla raccolta senza alcun calo dei valori della sua concentrazione iniziale.
- ❖ I processi di trasformazione industriale (passate, succhi, disidratazione, etc) a cui possono essere sottoposti gli ortaggi bio-fortificati al silicio non ne alterano la concentrazione di partenza e la biodisponibilità.
- ❖ La somministrazione di silicio alle piante può interferire positivamente su alcune caratteristiche organolettiche delle parti eduli (fibra, zuccheri, acidità) e, in alcuni casi può dare incrementi di produzione.

Schema sperimentale
Parcelle a blocchi randomizzati

n. 5 vasi (10 piante) per tesi con tre ripetizioni						
	T1	T3	T0	T2	T1	T3
	T0	T2	T1	T3	T0	T2

raccolta dati pesate dei cespi della lattuga gentilina - 30 settembre 2019



TESI	CAMPIONE	PESO in gr	TESI	CAMPIONE	PESO in gr	TESI	CAMPIONE	PESO in gr	TESI	CAMPIONE	PESO in gr
T0	1A	220	T1	1A	255	T2	1A	237	T3	1A	170
	2A	183		2A	270		2A	257		2A	198
	3A	239		3A	247		3A	259		3A	170
	4A	176		4A	322		4A	273		4A	156
	5A	196		5A	244		5A	175		5A	120
T0	1B	267	T1	1B	264	T2	1B	238	T3	1B	191
	2B	199		2B	257		2B	199		2B	231
	3C	252		3B	252		3B	184		3B	131
	4B	214		4B	277		4B	230		4B	205
	5B	247		5B	265		5B	166		5B	140
T0	1C	267	T1	1C	174	T2	1C	170	T3	1C	173
	2C	204		2C	139		2C	169		2C	145
	3C	208		3C	240		3C	198		3C	175
	4C	247		4C	205		4C	219		4C	190
	5C	223		5C	151		5C	170		5C	193
									NB: un solo trattamento fogliare e poi sospeso causa forte fitotossicità.		
	RIPETIZIONE			RIPETIZIONE			RIPETIZIONE			RIPETIZIONE	
Media	A	202,8		A	267,6		A	240,2		A	162,8
	B	235,8		B	263		B	203,4		B	179,6
	C	229,8		C	181,8		C	185,2		C	175,2
	Media	222,8		Media	237,466667		Media	209,6		Media	175,2

Trattamenti fogliari : irrorazione con pompa a spalla simulando il trattamento in campo con lt 300 x ettaro

Eseguiti **n. 3 applicazioni** in data : 27/9 – 5/10 – 11/10

n.b: nella tesi n. 3 sono state sospese le applicazioni fogliari dopo il primo trattamento a fronte della fitotossicità comparsa già dopo 48 ore dal trattamento .

Trattamenti radicali : il prodotto è stato distribuito diluendolo in **1 litro di acqua** poi somministrato in ogni singolo vaso

Trattamenti fogliari

Tesi	Dose cc x lt	Prodotto x ettaro (cc)	Silicio gr x ettaro
T0	=	=	=
T1	2	600	169,20
T2	3	900	253,8
T3	10	3000	846,00

Trattamenti radicali

Tesi	Dose cc x 10 lt	Prodotto lt x 10.000 mq	Silicio gr x ettaro
T0	=	=	=
T1	2,4	10,80	1.015
T2	4,8	21,60	2.034
T3	12	54,00	5.076

Totale prodotto in litri per ettaro

Tesi	Prodotto fogliare X ettaro	Prodotto radicale x ettaro	Totale prodotto lt x ettaro	Silicio gr x ettaro
T0	=	=		=
T1	0,600	10,80	11,4	1.071
T2	0,900	21,60	22,5	2.115
T3	3,000	54,00	57	5.358

Produzioni



	Peso medio cespi gr	Differenza (gr) Peso per cesto	Valore in %	
Tesi 0	222,8			
Tesi 1	237,4	+ 14,6	+10,65	
Tesi 2	209,6	-13,2 *	-9,4	
Tesi 3	175,2	-47,6*	- 79,5	

Tesi	Numero piante X ettaro	Produzione media (kg) x ettaro	Incremento di produzione Kg x ettaro	Incremento di PLV x ettaro (prezzo lattuga a 0,60 euro / kg)	Costo per ettaro (lt 11,4 x 23 euro al lt)	PLV - costo x ettaro
Tesi controll o	90.000	19.980				
Tesi 1	90.000	21.366	+ 1386	+ 820,80	262,20	+euro 558,60

Parametri organolettici	Unità di misura	Tesi controllo Tesi 1	Tesi 1	Valori in %
Fibra alimentare totale	Gr / 100 gr di peso fresco	1,8	2,1	+ 16,6
Zuccheri	Gr / 100 gr di peso fresco	0,5	0,3	- 40

Considerazioni sui risultati ottenuti con applicazini di Si su lattuga gentilina

Produzione per ettaro	+ 10.6 % (1386 kg)	Incremento molto significativo
Incremento PLV	+ 820,80 euro	
Incremento reddito netto	+ 558,60 euro	Molto interessante
Fibra alimentare totale	+ 16,6 %	Valutare gli aspetti commerciali (Self life) e nutraceutici
Zuccheri	- 40	Da interpretare



A fronte della positività dei risultati ottenuti, con l'applicazione del prodotto si può generare una convenienza economica per le aziende oltre che il termini di incremento di PLV anche per gli aspetti riguardanti la self live
In particolare è da sottolineare il sensibile incremento di fibra.



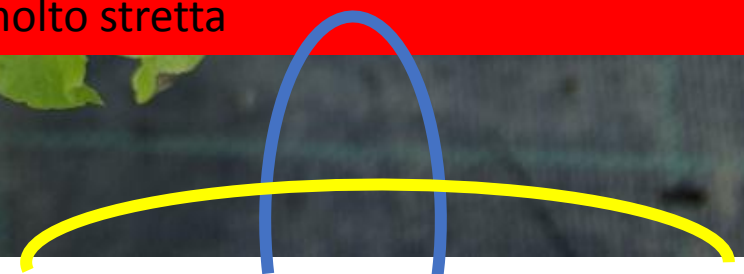
Tesi n. 2 e tesi n. 3
Comparsa di grave danno
post trattamento con
evidente fito-tossicità sulle
foglie

Dopo il primo trattamento
-le tesi 2 , 3 - sono state
escluse dal trattamento
fogliare e sono proseguite
le applicazioni radicali



Tesi 3 : ampia zona del
bordo fogliare con lessatura
dei tessuti .

La curva della fitotossicità dei microelementi
è molto stretta



E' stata utilizzata la Cv. Joly – cultivar unifera adatta ai climi settentrionali.

Lo schema sperimentale ha richiesto l'allestimento di 60 vasi dalla capacità di lt 25, riempiti con un substrato misto composto in parti uguali (50%) di zeolite tipo “ cabasite” e compost (ammendante compostato verde)



Tesi	dosaggio trattamen to grx lt	formulato LT x ettaro	gr di silicio per trattamento x ettaro	Totale gr di silicio per ettaro
Tesi 0	---	--	--	--
Tesi 1	2,4	0,960	90,24	360,96
Tesi 2	3,6	1,440	135,36	541,44
Tesi 3	6	2,400	225,6	902,40

Calendario dei trattamenti

1. 4 marzo 2020 (inizio fioritura)
2. 14 marzo 2020
3. 24 marzo 2020
4. 4 aprile 2020

Fragola

PRODUZIONI - raccolta totale (kg) al 4 giugno

To	5,564	
T1	7,357	32,30%
T2	6,873	23,50%
T3	7,246	30,20%
Media		28,60%



induzione di resistenza all'oidio



	T0	T1	T2	T3
classe 0	12	25	21	29
classe 1	13	10	10	6
classe 2	9	6	9	9
classe 3	11	4	5	1
	45	45	45	45
indice di infezione	1,42	0,76	0,96	0,6

Piante trattate con silicio (T 3)



Piante non trattate (T 0)



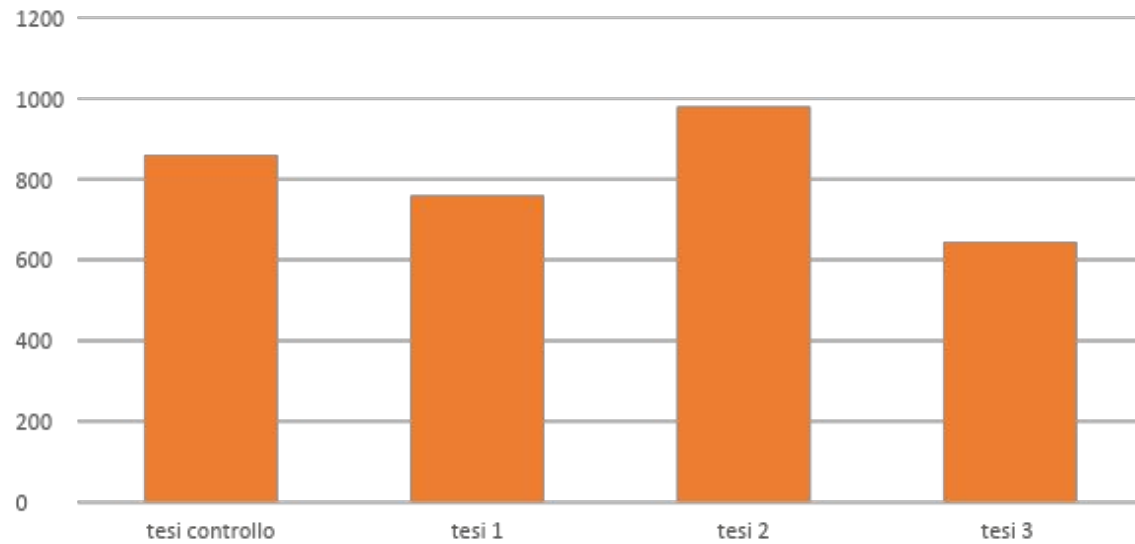
Sperimentazione Silicio su Fragole (tesi di laurea Università di Bologna Settembre 2020)

- + produzione (+28%)
- + silicio (+11%)
- + resistenza alla
manipolazione
- + resistenza all'oidio

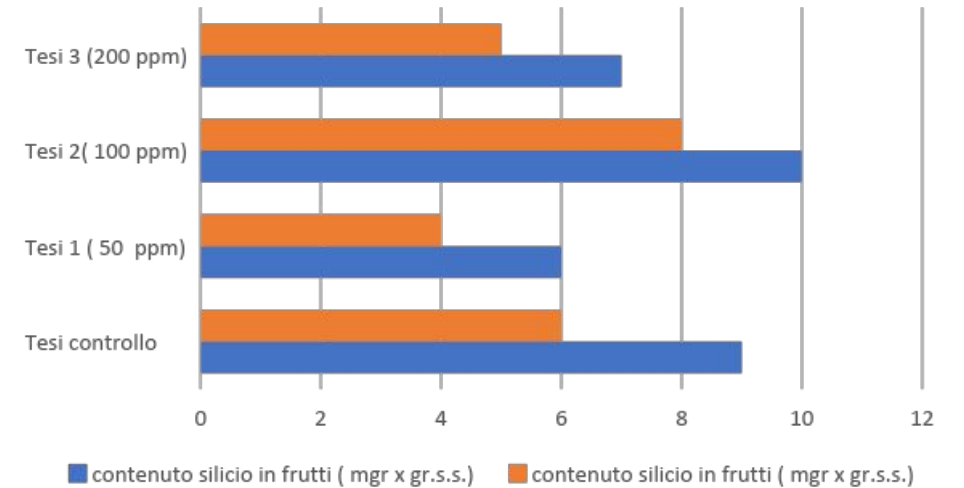


foglie di fragola analisi del silicio mgr x kg fresco

tesi controllo	860
tesi 1 (50 ppm)	760
tesi 2 (100 ppm)	980
tesi 3 (200 ppm)	644



silicio presente nei frutti di fragola



Azienda Cimarosti

Test di bio-fortificazione con silicio di insalate gentiline e lattughe

Cultivar : **Ondriga (gentilina) serra 41**

Bifrie (gentilina) serra 42

Pazmanea(lattuga) serra 42

Luogo : serra fredda in ferro e politene

Trapianto : **2 ottobre**

Dosaggio : **94 Gr di silicio x ha**

Tesi 0 = controllo n.t.

Tesi 1 = tre cultivar con ripetizione su
tre parcelle

Data I trattamento : 15 ottobre '21

Il trattamento: 21 ottobre

III trattamento : 28 ott. 21

Per motivi pratici si prevede un extra dosaggio del 50% circa.

Raccolta campioni: **16 novembre '21**



Schema sperimentale

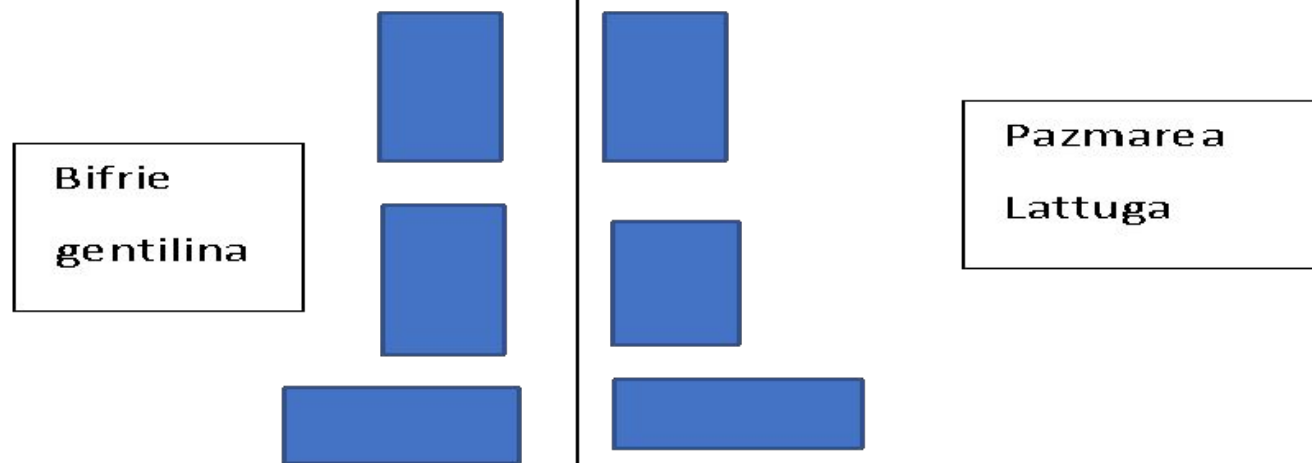
Tre parcelle di mq 2,00 per ogni cultivar

Campioni : n. 6 piante per parcella a raccolta casuale.

41



42



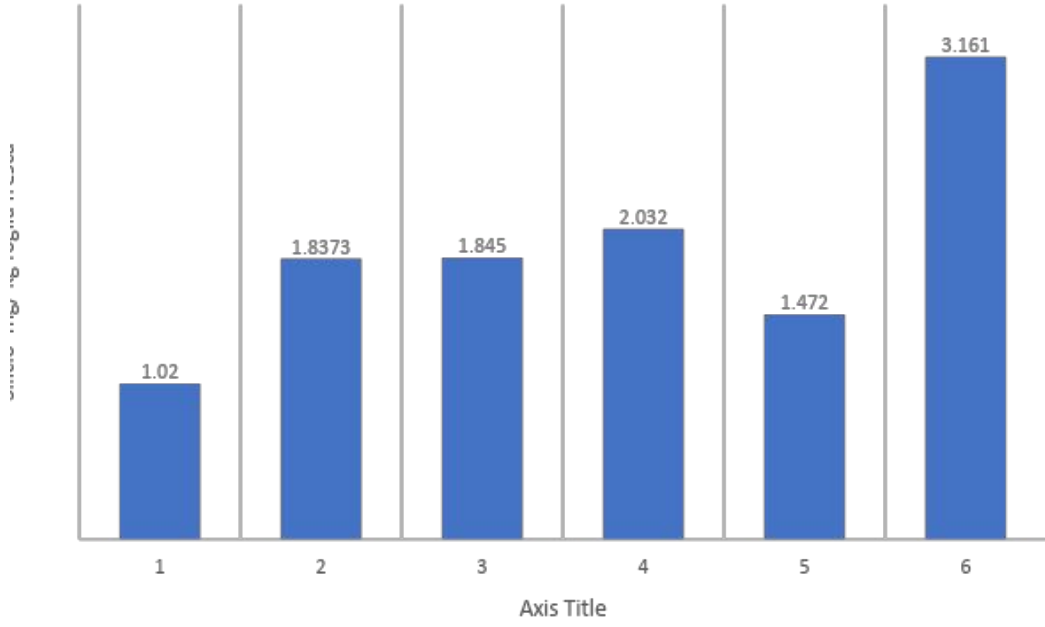
NORD

risultati analisi del Silicio nelle foglie (mg x kg fresco)

Ondriga		Bifrie		Pazmareia	
controllo	trattato	controllo	trattato	controllo	trattato
1,02	1,83	1,85	2,03	1,47	3,16

I dati raccolti attestano un risultato molto positivo per la gentilina **Ondriga (Si + 78%)** e lattuga **Pazmareia (Si + 114%)** . Per la gentilina Bifrie l'incremento in Si è del solo **9%**)

dati analitici del Silicio



Basilico Bio-fortificato



Tecnica di produzione : banco NFT con soluzione nutritiva AMIOVEST 80 lt = **tesi controllo n.t.)**

Tesi Silicio : 100 ppm di Si nella soluzione circolante

Semina in vivaio : 30/9/2021

Posa in canaletta : 21/10/2021

Operazioni :

- 29/10 sostituita la soluzione di partenza con 50 lt + 50 cc di SSA
- 4/11 aggiunti 20 lt + 20 cc . 10/11 idem - 15/11 idem, 16/11 idem ,23/11 idem

Raccolta: 25 novembre '21

Modalità operative: Sono state prelevate n. 6 piante contigue in 3 siti a random sul banco per un totale di 18 piante per tesi

In post raccolta, i campioni (foglie e apparati radicali) sono stati sottoposti ad essiccazione in stufa ventilata sino a raggiungere un peso costante.

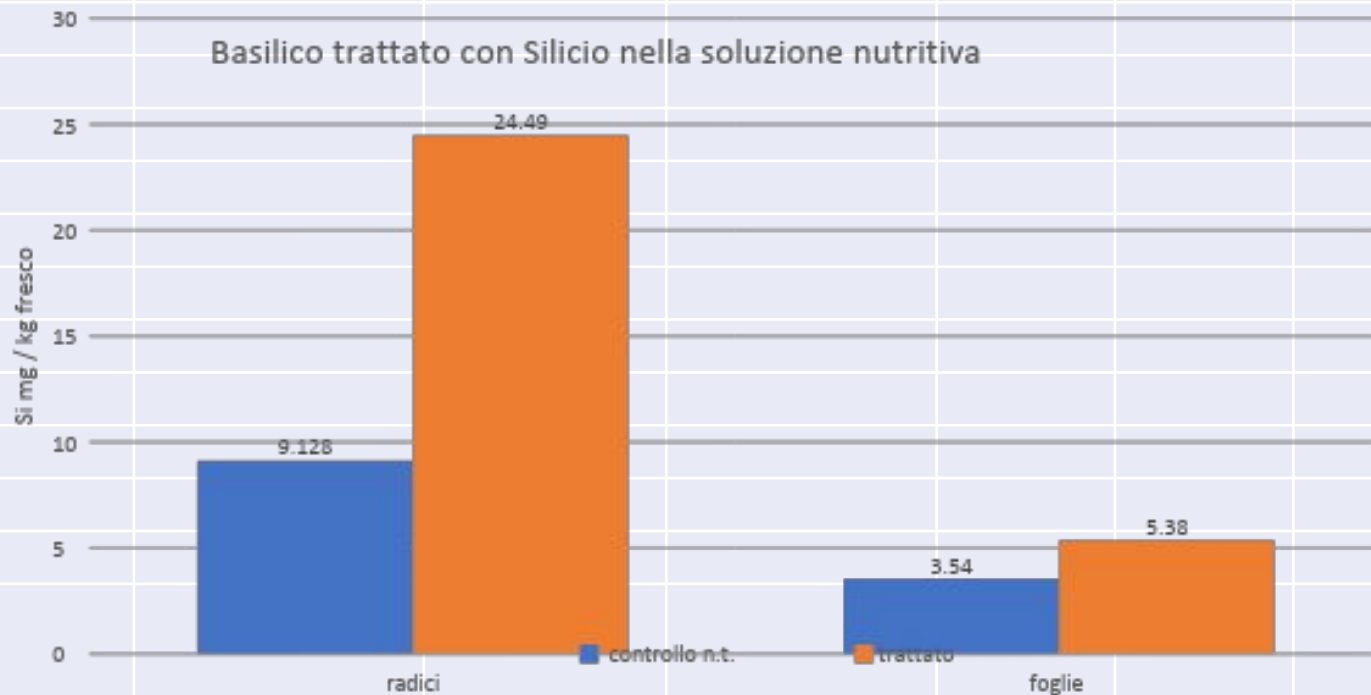
27 novembre : Consegnato i campioni in laboratorio Università di Modena



Le radici sono state analizzate dopo una completa rimozione del materiale organico (torbe) presente nel cubetto di semina.

Basilico dati analisi del Silicio (mg x kg fresco)

	controllo n.t.	trattato	incremento %
radici	9,128	24,49	168
foglie	3,54	5,38	52



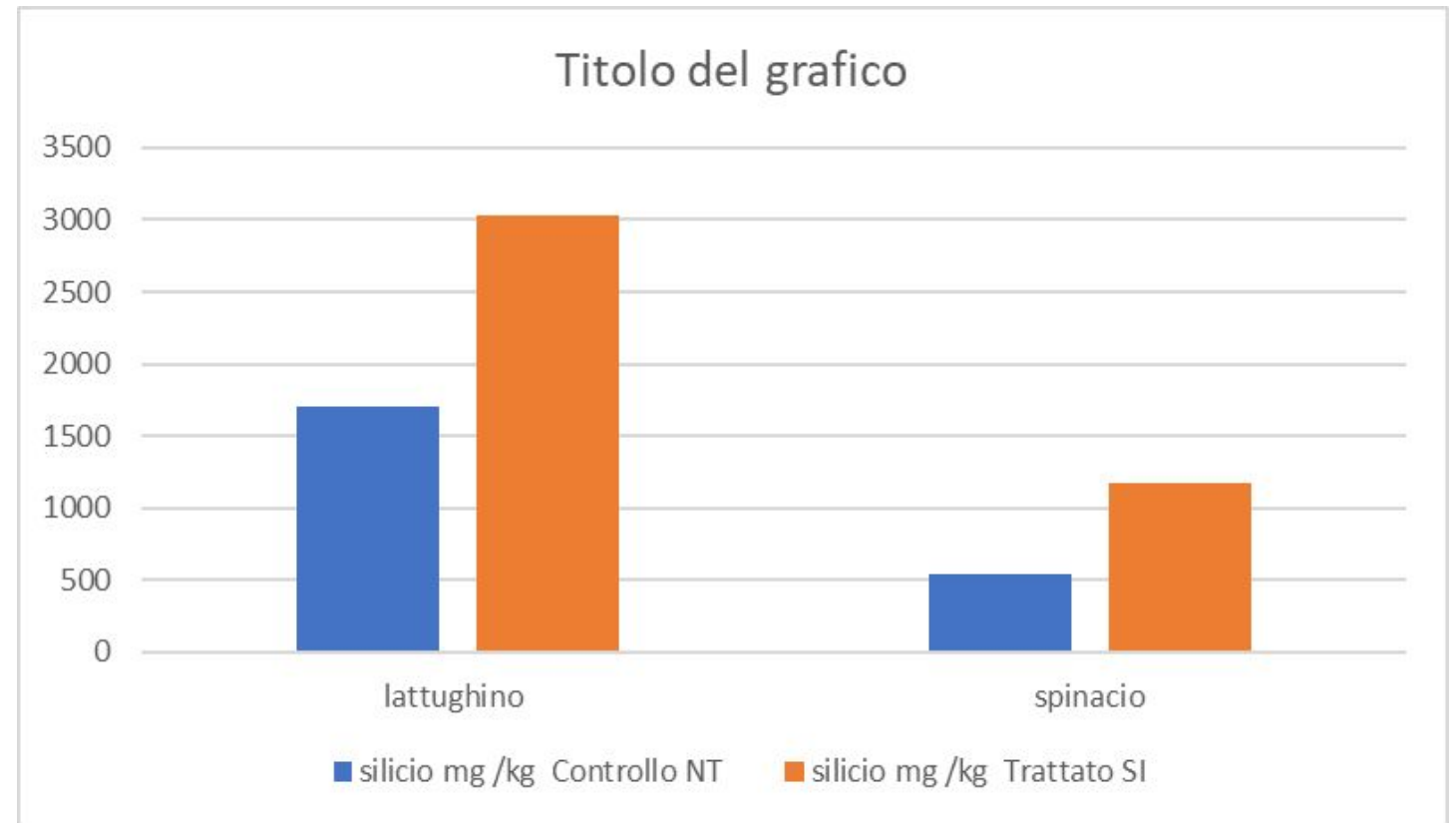
Giugno 2021
(Salerno)
Colture per la IV gamma
Applicazioni si Acido
Ortosilicico stabilizzato
su rucola , spinacino e
lattughino.



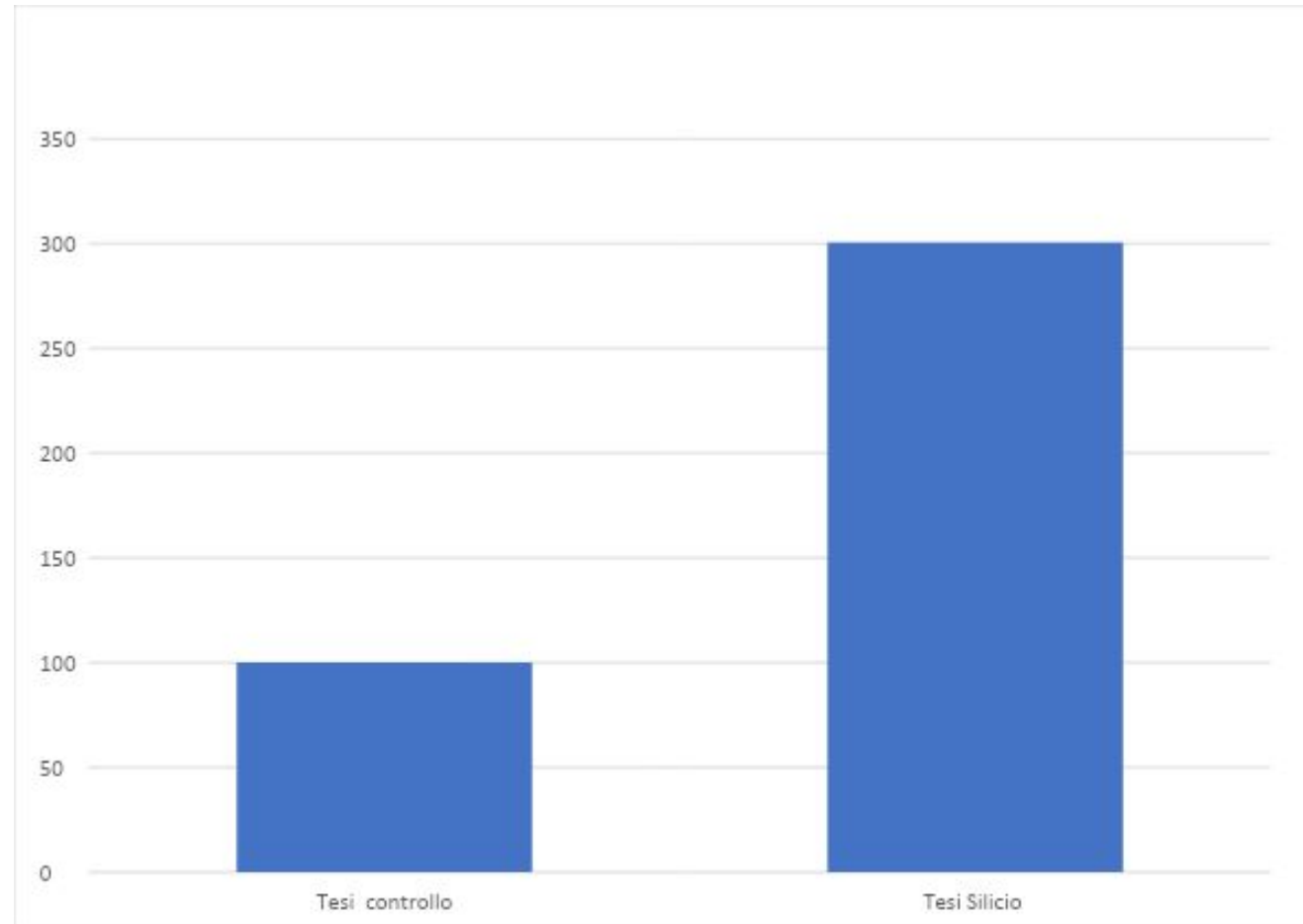


Test Biofortificazione su IV gamma

		silicio mg /kg		
Coltura	Controllo NT	Trattato SI		
lattughino	1700	3030		
spinacio	533	1170		



Ruola biofotifica con silicio



lattuga cappuccina coltivata in idroponica



T0 = controllo

T1= 0,64 gr /lt = 50 ppm

T2= 1,28 gr/lt =100 ppm

T3= 2,56 gr/lt = 200 ppm

**(in riferimento alla
bibliografia disponibile – vedi
ISPA -CNR di Bari**

Acido ortosilicico

(da Optysil)

**Quantità (gr) di formulato x
litro di acqua = 50 ppm/78, 3
ppm = 0,64 gr**



A. ortosilicico applicato per via radicale su lattuga allevata in soluzione idroponica

La scelta di operare in idroponica deriva dalla necessità di escludere ogni interferenza di apporti di silicio eventualmente presente e disponibile nei substrati colturali solidi disponibili sul mercato.

Data trapianto : **7 marzo 2020** Data raccolta : **20 aprile**

La coltivazione è stata effettuata utilizzando delle vasche contenenti 10 litri di soluzione nutritiva con le piante supportate da lastre di polistirolo

n. 4 piante per vasca

n. 4 vasche per tesi

Tesi controllo

Tesi 1

Tesi 2

Tesi 3

Per ottimizzare l'assorbimento del Silicio per via radicale la soluzione è stato permanentemente controllata nei parametri « reazione » e « conducibilità » con valori medi di pH di 5,5 – 6 e valori di EC di 1200 -1400 mS.



Tesi controllo : cespi di lattuga



Tesi controllo: apparato radicale



Tesi 1





Tesi 2





Tesi 3

peso cespi lattuga in
idroponic

n. cespi 16
grammi

Controllo gr 8880

Tesi 1 gr 8960
abbondanti capillari
laterali

Tesi 2 gr 8780
foglie basali necrotiche
sui bordi

Tesi 3 gr 8750
piante brachizzate , radici
disforni



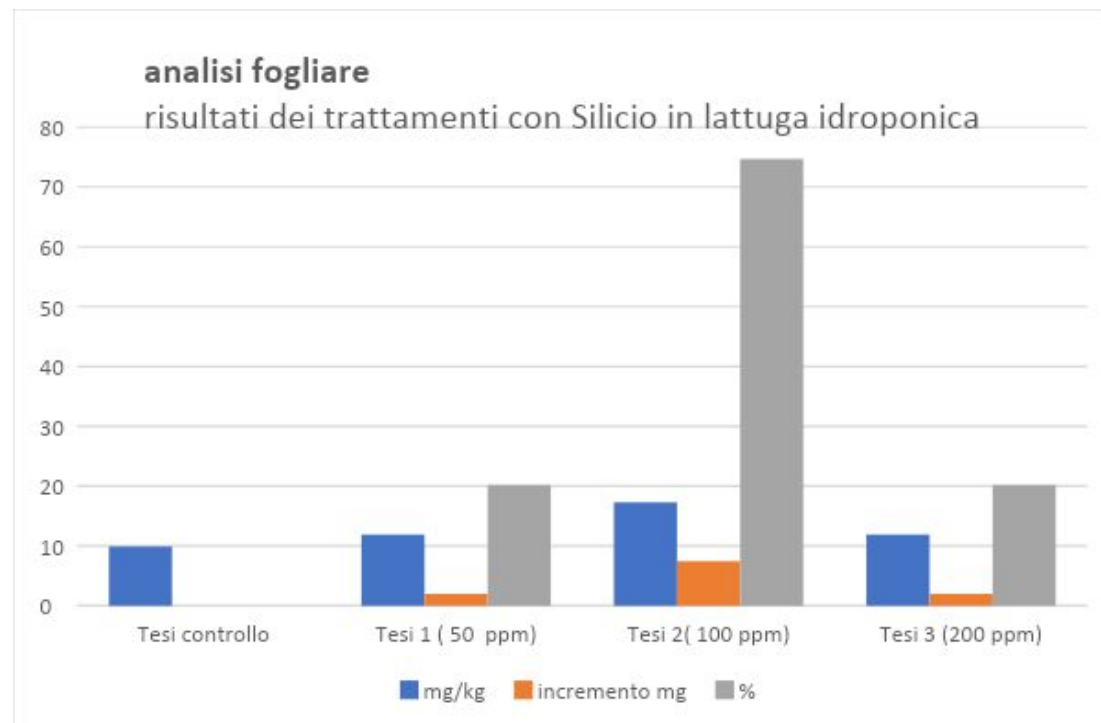
Tesi 0 no Silicio



Tesi 1 silicio con 50 ppm/lt

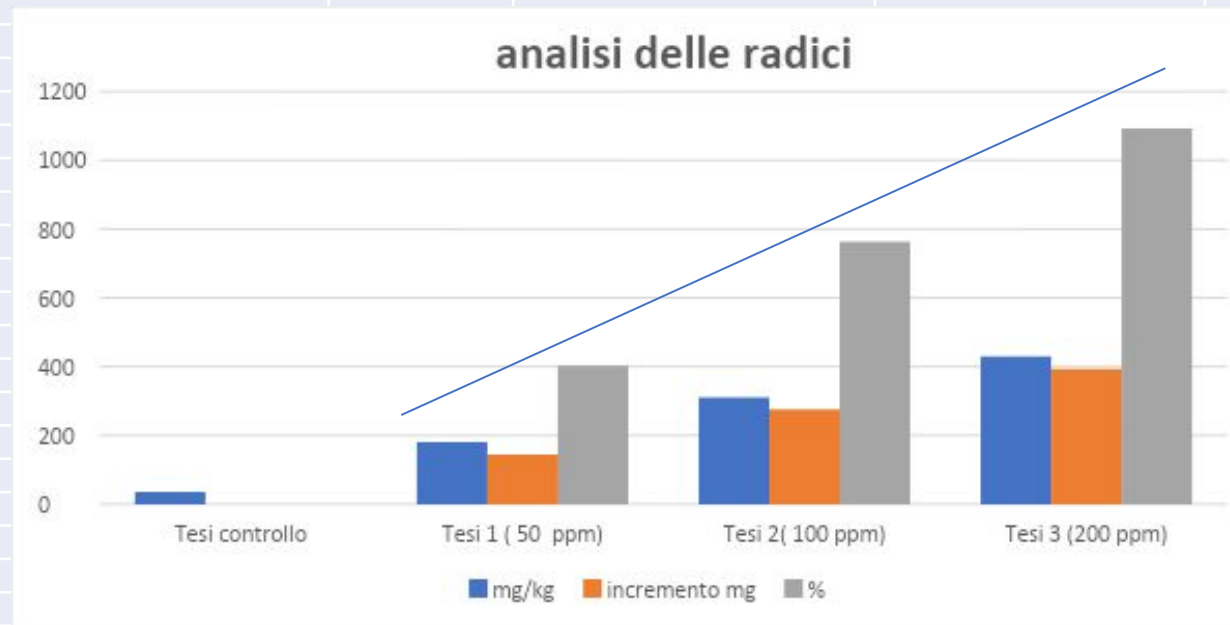
Esiti di applicazioni di Silicio su lattuga coltivata in idroponica

	mg/kg	incremento	
		mg	%
Tesi controllo	9,9		
Tesi 1 (50 ppm)	11,9	2	20,2
Tesi 2(100 ppm)	17,3	7,4	74,7
Tesi 3 (200 ppm)	11,9	2	20,2



Esiti di applicazioni di Silicio su radici di lattuga coltivata in idroponica

	mg/kg	incremento mg	%
Tesi controllo	36		
Tesi 1 (50 ppm)	181	145	402,8
Tesi 2(100 ppm)	311	275	763,9
Tesi 3 (200 ppm)	429	393	1091,7

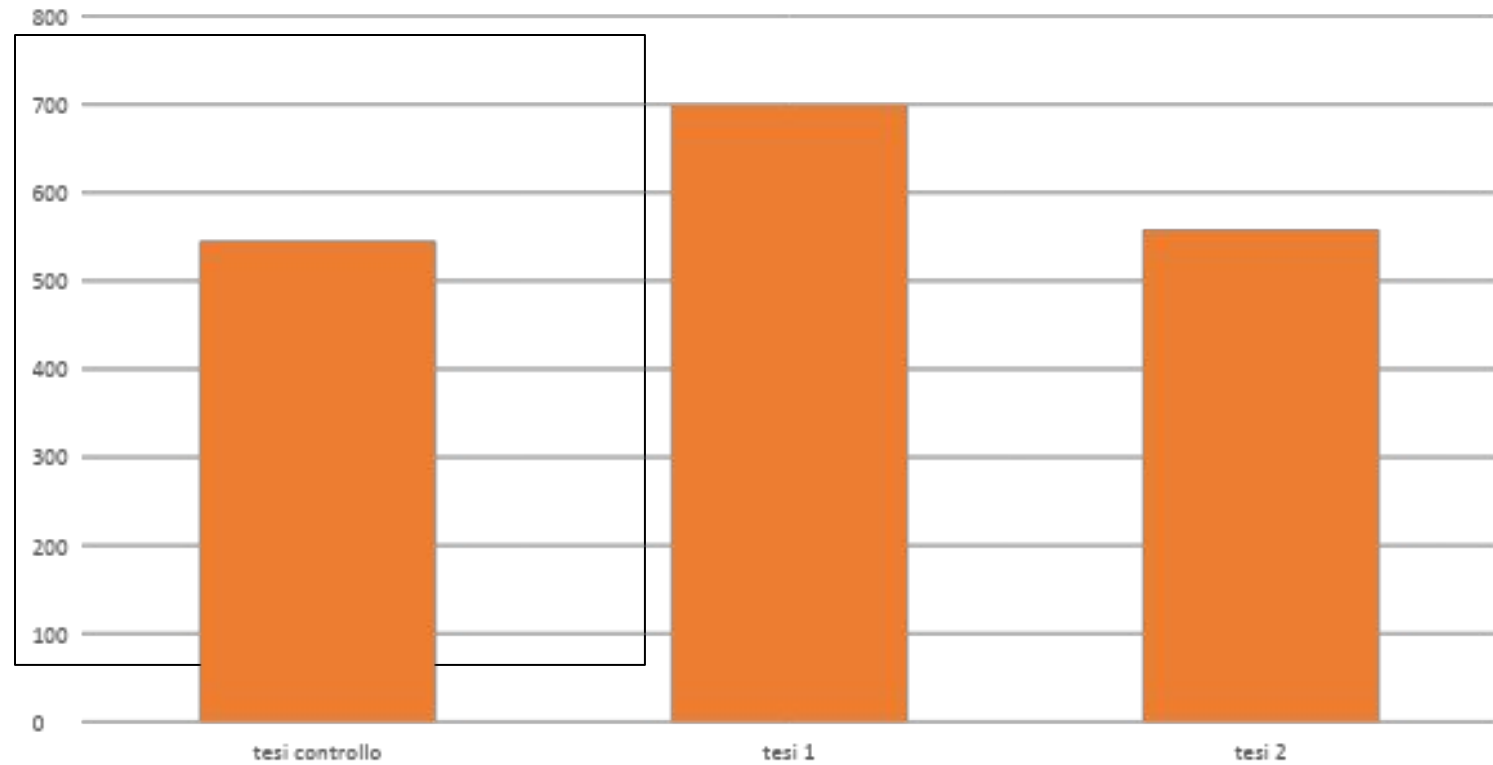
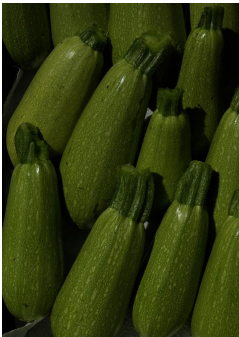


zucchina chiara allevata in
vaso



Il silicio applicato su zuccina per via fogliare (n. 3 trattamenti)

	mgr/ kg	incremento %
tesi controllo	545	
tesi 1	700	28,4
tesi 2	558	2,3





Patate al Silicio

Az. La Crocetta di San Giovanni in Persiceto di Capponcelli Mario e Renato

CV : Colomba

Data semina: **seconda decade di marzo** - data raccolta **20 luglio '20**

Cure colturali: come da disciplinare E.R.

Schema sperimentale : blocchi randomizzati di parcelle di metri mq 12 con tre ripetizioni per tesi

Prodotto utilizzato : OPTYSIL (contenente gr. 94 di silicio x litro)

T0 = controllo

T1 = 600 cc x ha (gr. 1,2 x Lt) = 56,4 gr di silicio x ha = tot Si gr 169,2

T2= 1200 cc x ha (gr 2,4 x Lt) = 112 gr di silicio x ha = tot Si gr 338

T3= 1800 cc x ha (gr 3.6 x Lt) = 169,2 gr di silicio x ha = tot Si gr 507,6

Volume di acqua irrorata : 500 Lt x ettaro

Primo trattamento: **13 maggio** (inizio fioritura)

Secondo trattamento: **23 maggio** (dopo 10 gg)

Terzo trattamento : **3 giugno** (dopo 10 gg)

raccolta campioni : 30 giugno '20 -

3 piante complete (foglie e tuberi) per ogni
ripetizione (totale 9 piante per ogni tesi)

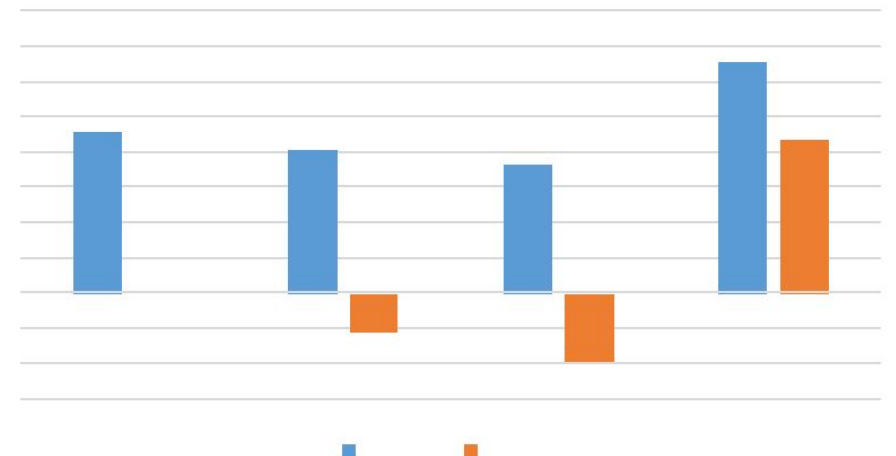
Laboratorio analisi : CSA di Rimini

Campioni esaminati : foglie e tuberi

Test Silicio su PATATA

analisi silicio tuberi

	Si mg/k	%
tesi 0	46	0,0
tesi 1	41	-10,9
tesi 2	37	-19,6
tesi 3	66	43,5



tab. 1 la produzione di tuberi

Risultati test Silicio su patata - Az. Capponcelli

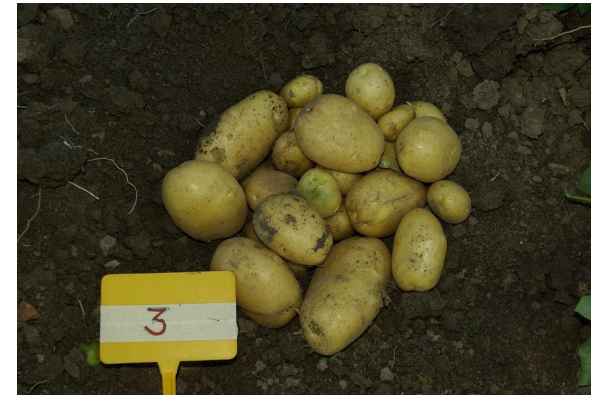
Tuberi suddivisi per classi di calibro

il campione in (kg) è la somma di n. 9 buche x tesi

	<40	40/60	> 60	Totale	%
T zero	2,03	5,1	0,59	7,72	
T1	2	7,4	1,4	10,8	39,9
T2	2,2	7,58	0,43	10,21	32,3
T3	1,06	5,24	4,21	10,51	36,14

Numero tuberi x calibro

	<40	40/60	> 60	Totale
T zero	41	25	2	68
T1	34	31	4	69
T2	41	38	2	81
T3	33	49	14	96



massima attenzione ai dosaggi !!!!!!!

Cetriolo e pomodoro rosso a grappolo (maggio – luglio 2020)

Schema sperimentale : 3 tesi + controllo (tre ripetizioni)

Modalità : vedi sperimentazione Fragola

Risultati : - nessun incremento di produzione ponderale

- stessi livelli di contenuto di silicio nelle foglie e nei frutti

Non tutte le piante coltivate rispondono alle applicazioni del silicio



LA DIVERSA
REATTIVITA'
AL SILICIO



Optysil Test antioidico su uve Sangiovese

SPEVIS (Dr. Ruggero Mazzilli)
anno 2022



Lo zolfo in viticoltura (un male necessario...)

Una vasta bibliografia scientifica attesta che esiste una stretta correlazione fra la presenza di zolfo elementare sulle uve destinate alla vinificazione e la produzione di idrogeno solforato che si origina nel corso della fermentazione.



Senza entrare nel dettaglio dei complessi aspetti microbici ed enzimatici che presiedono alla produzione e liberazione di aminoacidi solforati, ci preme ribadire il concetto che tutte le problematiche insorgono quando i viticoltori e, in particolare le aziende che adottano i metodi di produzione biologica, per far fronte alla difesa anti oidica sono costretti a fare uso di dosi alquanto alte di zolfo.

Cosa succede se abusiamo di zolfo in vigna ?

- ❑ Interferisce negativamente verso i «tipici sentori varietali»
- ❑ Riduzione della biodiversità del vigneto, in particolare della popolazione dei fitoseidi che sappiamo svolgere un importante ruolo di contenimento biologico contro le infestazioni degli acari.
- ❑ Un forte disagio per gli operatori quando sono costretti, nelle annate a forte pressione di oidio, a ricorrere alle distribuzioni di zolfo in polvere

Pertanto, se non è oggettivamente possibile fare a meno (male necessario ...) dello zolfo è certamente proficuo prendere in esame le opportunità messe a punto dal mondo della ricerca applica come nel caso del risultato ottenuto dalla sperimentazione che vede **l'elemento Silicio** come possibile agente di “ induttore di resistenza “ contro l'agente del mal bianco.



Oidio della vite

Erysiphe necator (ex *Uncinula necator*) nella forma gamica con aschi e ascopore

Oidium tuckeri – nella forma agamica (conidiofori – conidi = muffa bianca

E' un ectoparassita obbligato, sviluppa il suo micelio all'esterno dei tessuti colpiti che va a colonizzare con formazioni appressorie denominate «austori»

Sverna come micelio (forma asessuata) nelle gemme oppure come corpi fruttiferi (ascospore protette all'interno dei cleistotecii) presenti nella corteccia e nel suolo

L'inizio del ciclo infettivo coincide con la comparsa della 5-6 foglia vera

La massima suscettibilità va dalla fioritura all'allegagione in particolare alla fine della fioritura (alla caduta dei cappucci florali)

Con l'invasatura cessa la sensibilità all'attacco

Sono comparsi diversi ceppi resistenti selezionati dai fungicidi di sintesi

L'iodio provoca un grave danno alle caratteristiche organolettiche dell'uva e in particolare aumento molto l'acidità volatile

Le varietà di interesse enologico presentano forti differenze di sensibilità nei confronti dell'agente del mal bianco

La virulenza del patogeno sta aumentando anno per anno come conseguenza diretta delle mutazioni climatiche con Temperature più alte e diminuzione degli eventi piovosi

MATERIALI E METODI

- varietà Sangiovese F9 x 420 A
- impianto 1995, sesto 2,50x0,80
- natura del suolo : medio impasto con presenza di scheletro (galestro), mediamente calcareo
- gestione del suolo : inerbimento spontaneo permanente con concimazione organica e zappatura manuale del sottofila.

DISEGNO SPERIMENTALE

schema a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni per ogni tesi (15 piante per singola parcella per un totale di 60 piante per ogni tesi), filari /testate di bordo, rilievo su 100 foglie/grappoli per ogni ripetizione (400 foglie/grappoli per ogni tesi), elaborazione dei dati mediante formule di Towsend-Heuberger e Abbot secondo le normali procedure statistiche di sperimentazione fitoiatrica.

Calendario trattamenti **anno 2021**

Silico In rosso : 3 trattamenti a 0,5 lt x ettaro (T 1 Zolfo kg 20)

Silicio giallo : 6 trattamenti a 0,3 lt x ettaro (T 2 – 3 Zolfo 11 e 20)

n. tratt	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
data tratt.	5 maggio	13 maggio	19 maggio	26 maggio	3 giugno	9 giugno	17 giugno	24 Giugno	1 luglio	8 Luglio
	S	0,5	0,5	0,5	S	S	S	S	S	
	S	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	S	S	
Fase fenologica	2-3 foglie vere	4-5 foglie vere	grappoli separati	bottoni fiorali separati	fioritura	allegazione	mignolatura	pre chiusura grappolo	chiusura grappolo	germogli 120 cm

TABELLA 1- SCHEMA TESI **anno 2022**

1	MANICA	KUPRIK FLOW + THIOPRON + OPTYSIL
2	RAME ZOLFO 100	KUPRIK FLOW + THIOPRON
3	TNT	ACQUA

TRATTAMENTI TOTALI : N. 10
 DI CUI CON OPTYSIL : N. 6
 DOSA X TRATTAMENTO : CC 300
 TOTALE OPTYSIL : CC 1800 (LT 1,8)

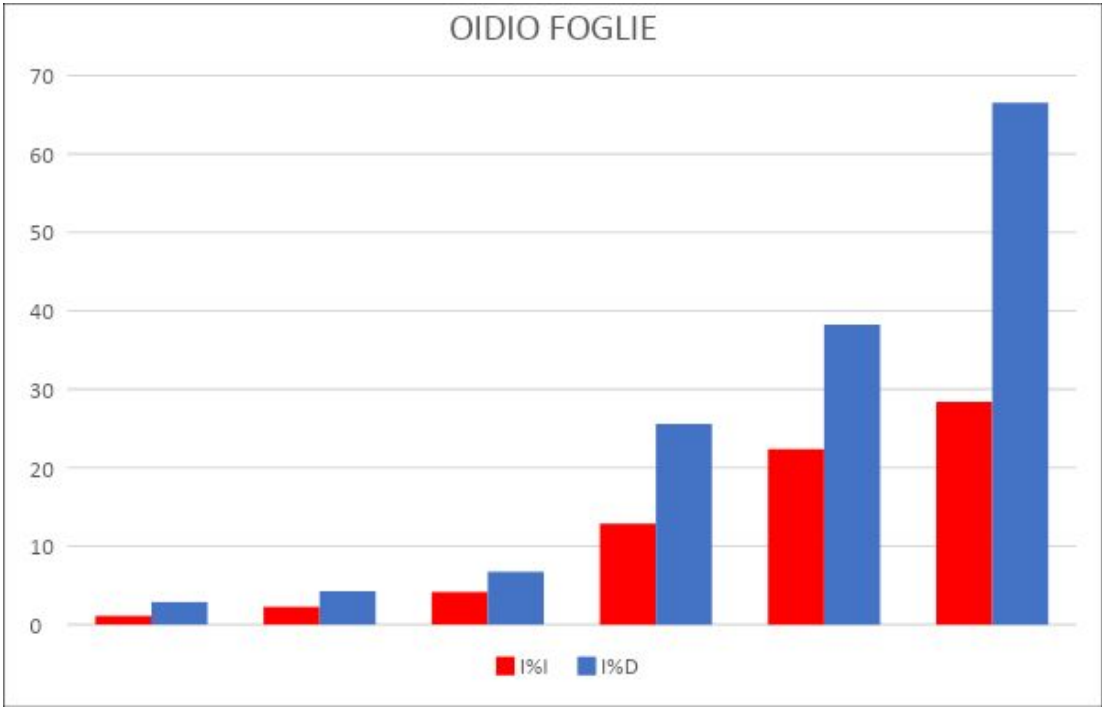
TABELLA 2 – DATE E DOSAGGI DEI TRATTAMENTI (dose 10 litri)

		TRATT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		DATA	29.IV	5.V	12.V	19.V	26.V	1.VI	9.VI	16.VI	23.VI	30.VI
			dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri	dosi/10 litri
1	MANICA	ml+ml+ml	20+30 +0	20+18 +3	20+18 +3	20+18 +3	24+27 +3	24+27 +3	24+27 +3	24+45 +0	24+45 +0	24+45 +0
2	RAME ZOLFO 100	ml+ml	20+30	20+30	20+30	20+30	24+45	24+45	24+45	24+45	24+45	24+45
3	TNT	l	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

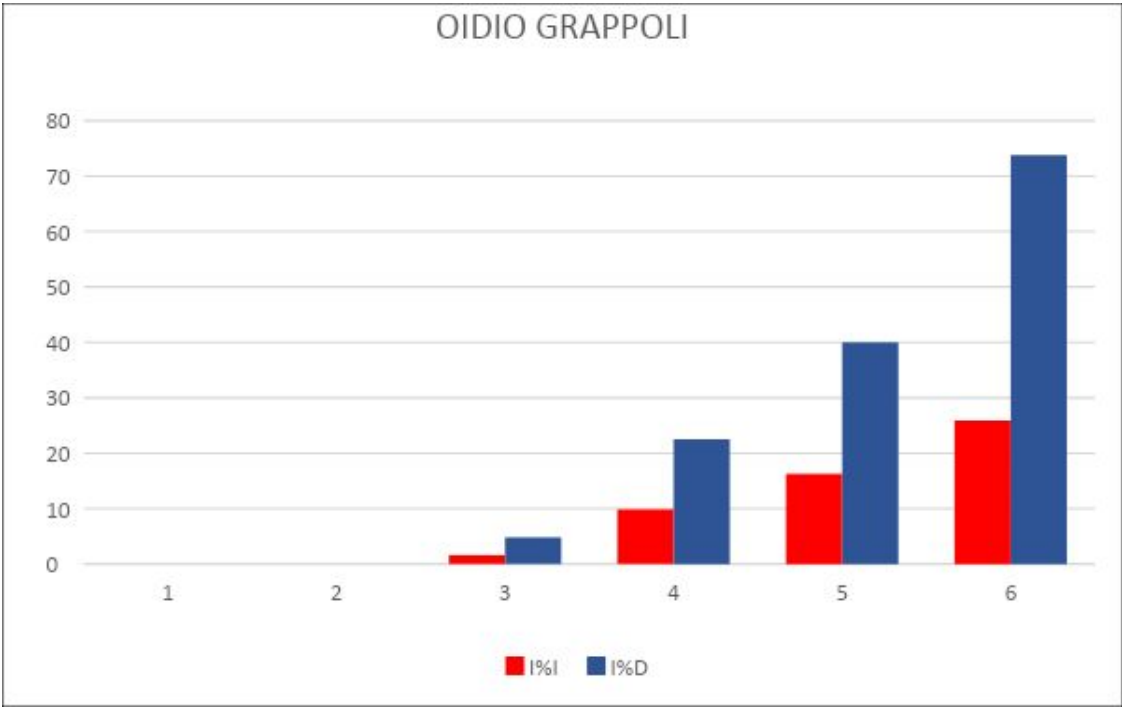
TABELLA 3 – QUANTITATIVI DI RAME E ZOLFO /HA/ANNO

TESI	RAME KG/HA	ZOLFO KG/HA
1 (Manica)	4.48	<p>19.31</p> <p>-66,6%</p> <p><small>rispetto al consumo aziendale</small></p>
2 (aziendale)	4.48	32.18
3 (testimone n.t)	0	0

Grafico 1 : andamento delle infezioni



24.V 31.V 6.V 12.VI 20.VI 4.VII



24.V 31.V 6.VI 12.VI 20.VI 5.VII 80

TABELLA 4- RILIEVO OIDIO I%I FOGLIE 5.VII.2022

I%I (SEVERITA') - I%P (EFFICACIA)

TESI		I%I	I%P
1	Acido ortosilicio	3,33	92,99
2	AZIENDALE	6,50	86,32
3	TNT	47,50	

GRAFICO 2 - RILIEVO OIDIO I%I FOGLIE 5.VII.2022

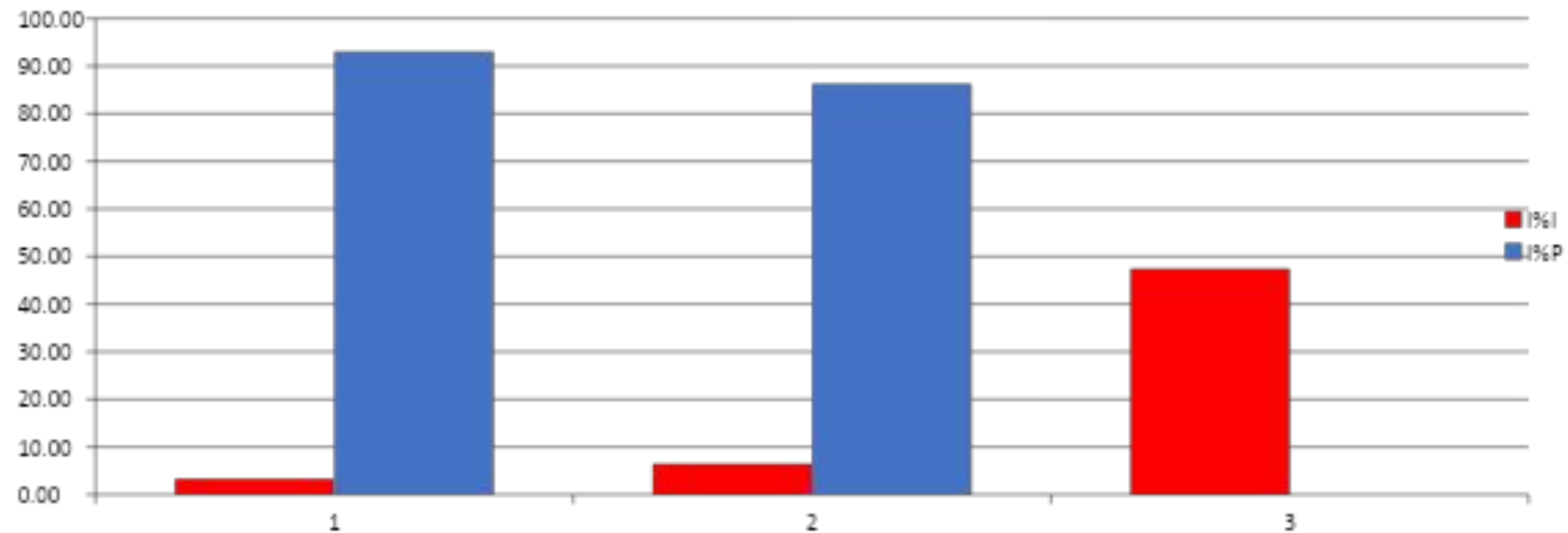


TABELLA 6 - RILIEVO I%I OIDIO GRAPPOLI 7.VII.2022
 I%I (SEVERITA') - I%P (EFFICACIA)

TESI		I%I	I%P
1	Acido ortosilico	10,3	83,8
2	AZIENDALE	30,0	52,9
3	TNT	63,7	

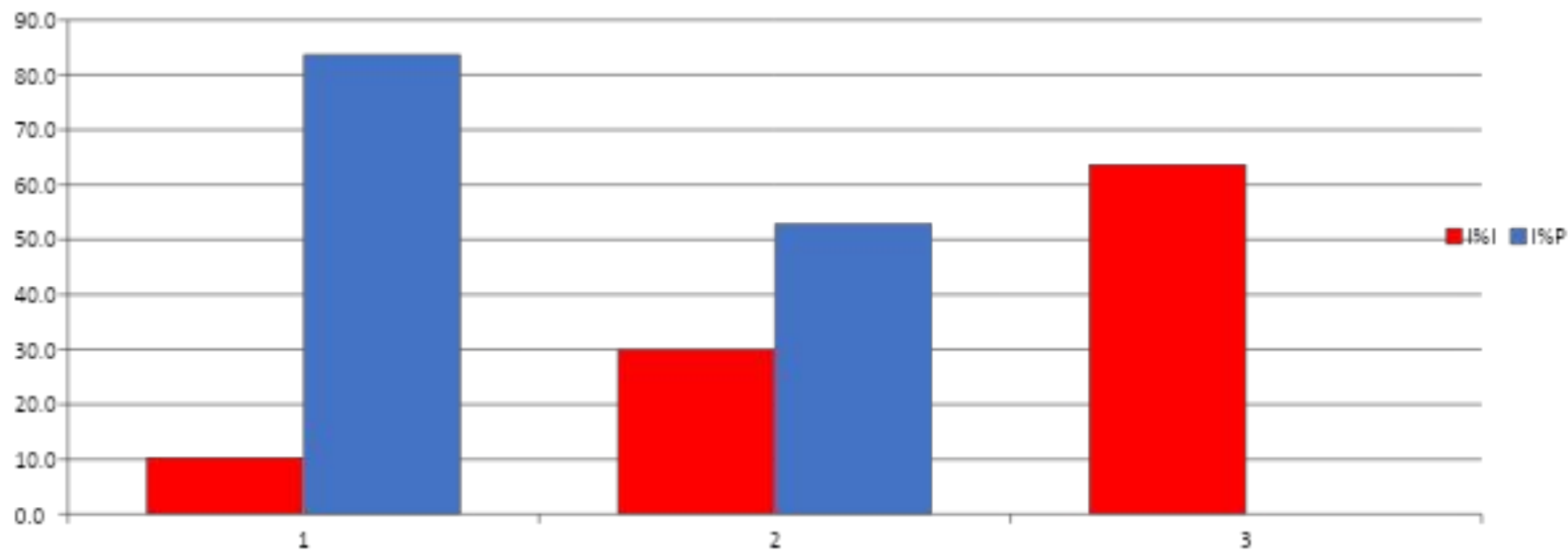




Foto 1)
Tesi
Optysil

Al controllo del 8 luglio
la tesi Optysil (foto 1)
si conferma come
valida alternativa alla
tesi standard (foto 2)
dove sono presenti sui
grappoli diversi acini
con esiti di attacco.



Foto 2) Tesi
standard



Prova sperimentale SPEVIS 2022				
riduzione della zolfo in vigna				
patogeno : Oidio				
Tesi	Foglie I%P	grappoli I%P		
tesi NT	0	0		
tesi aziendale	86	53		
tesi Silicio	93	84		

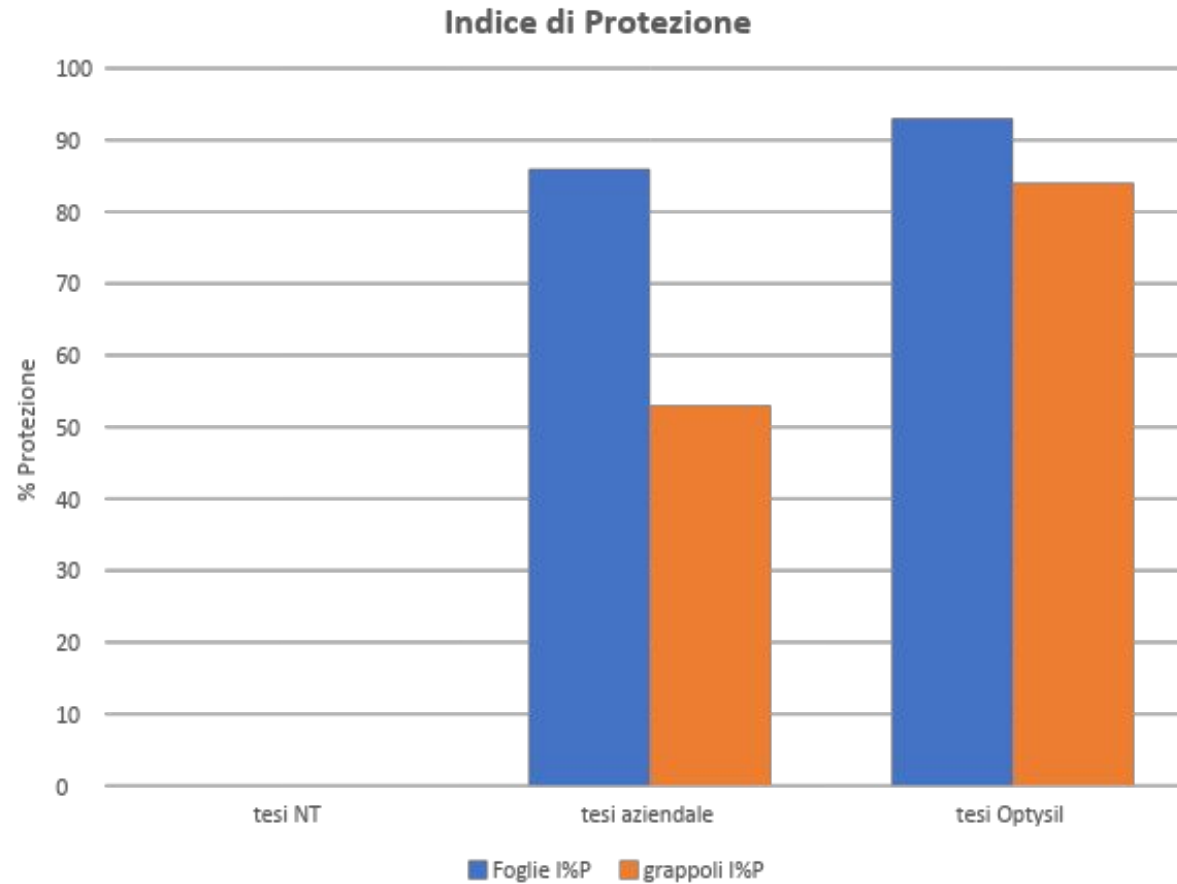




Foto 3

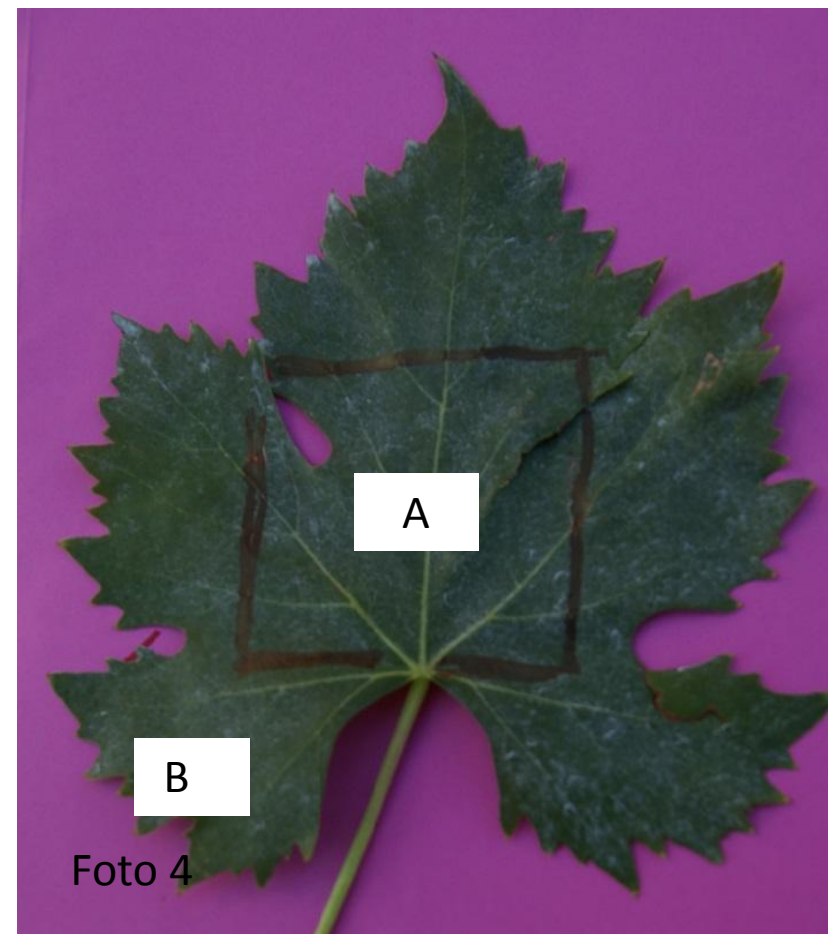


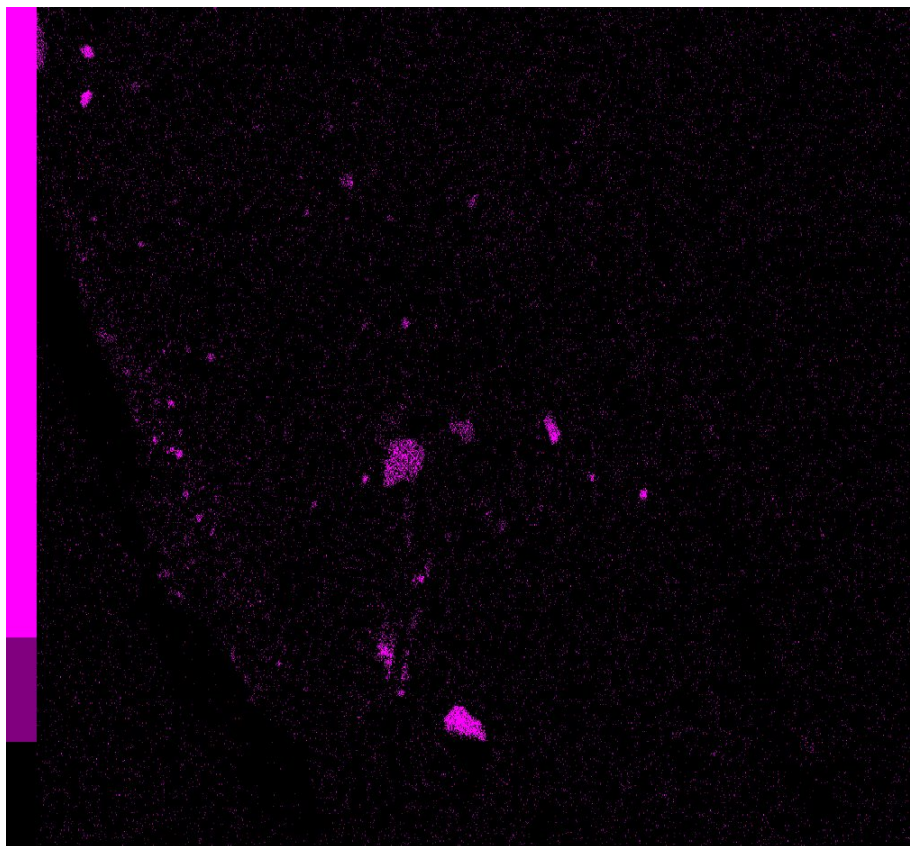
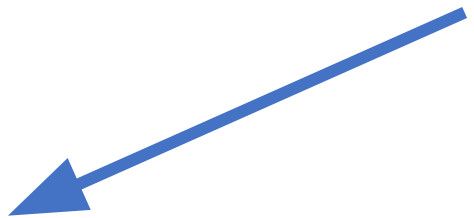
Foto 4

In collaborazione con il prof. D. Malferrari (UniMoRe) è stato possibile (SEM + EDP) quantificare la presenza del silicio nei tessuti fogliari e negli acini.

La determinazione sulle foglie viene eseguita sui tessuti prelevati da due zone : A) zona interna b) zona esterna
Per gli acino sono state prelevate delle piccole porzioni di epicarpo su tutti i lati di un campione di 30 acini



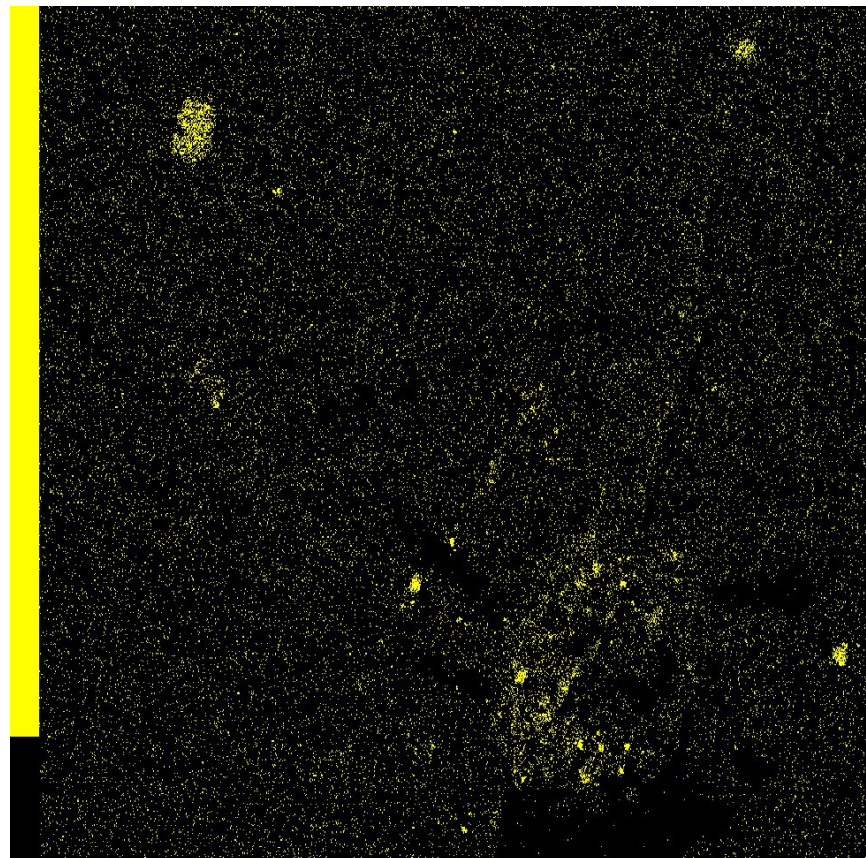
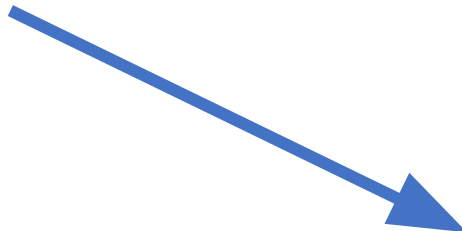
Testimone non trattato



0.2 mm

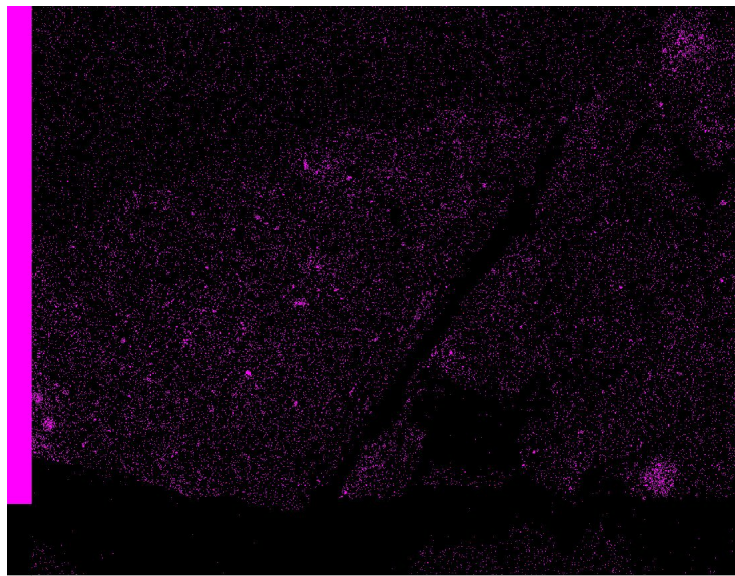
Si K

Trattato Optysil



0.5 mm

87 Si K



1.0 mm Si K
Non trattato Esterno



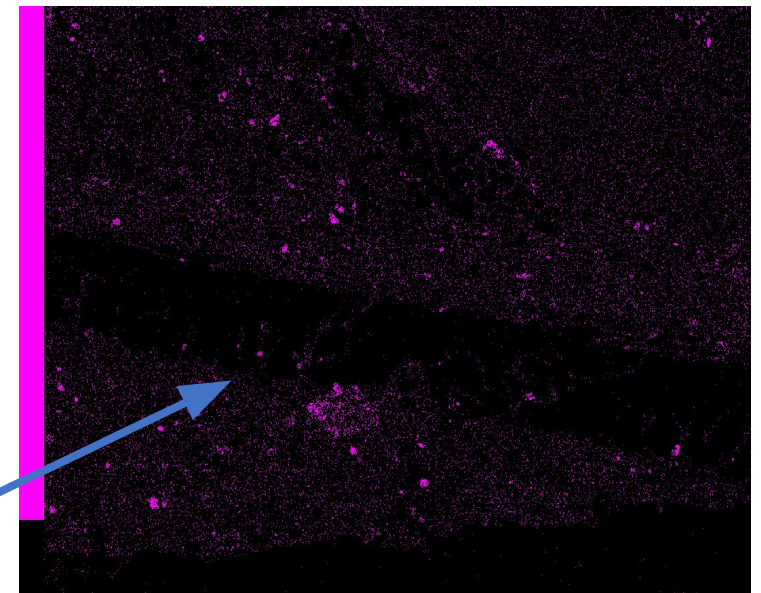
Silicio % peso delle ceneri

Tesi Silicio

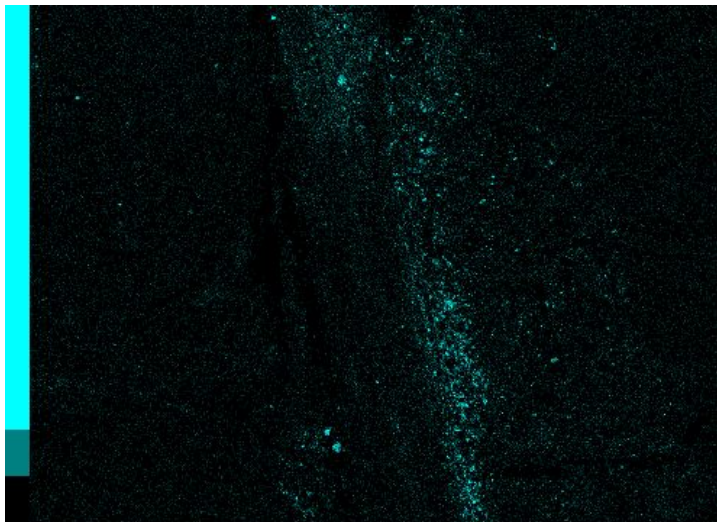
esterno **1,67***
interno **1,44**

Tesi testimone n.t.

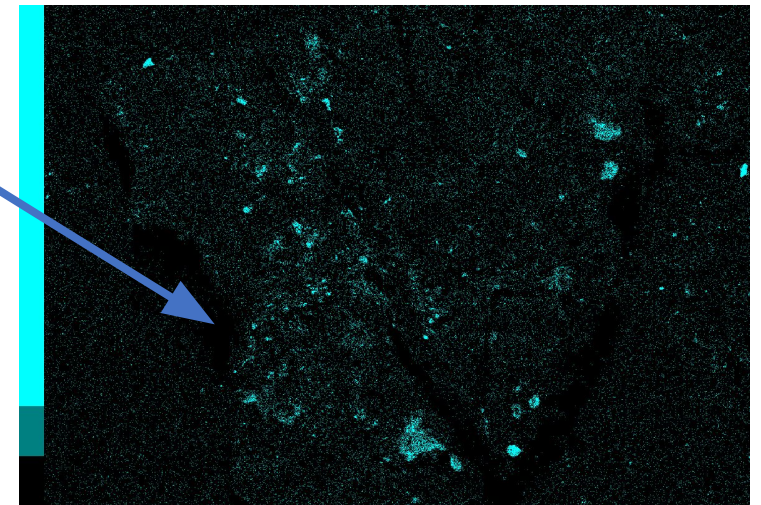
Esterno **1,36**
Interno **0,91**



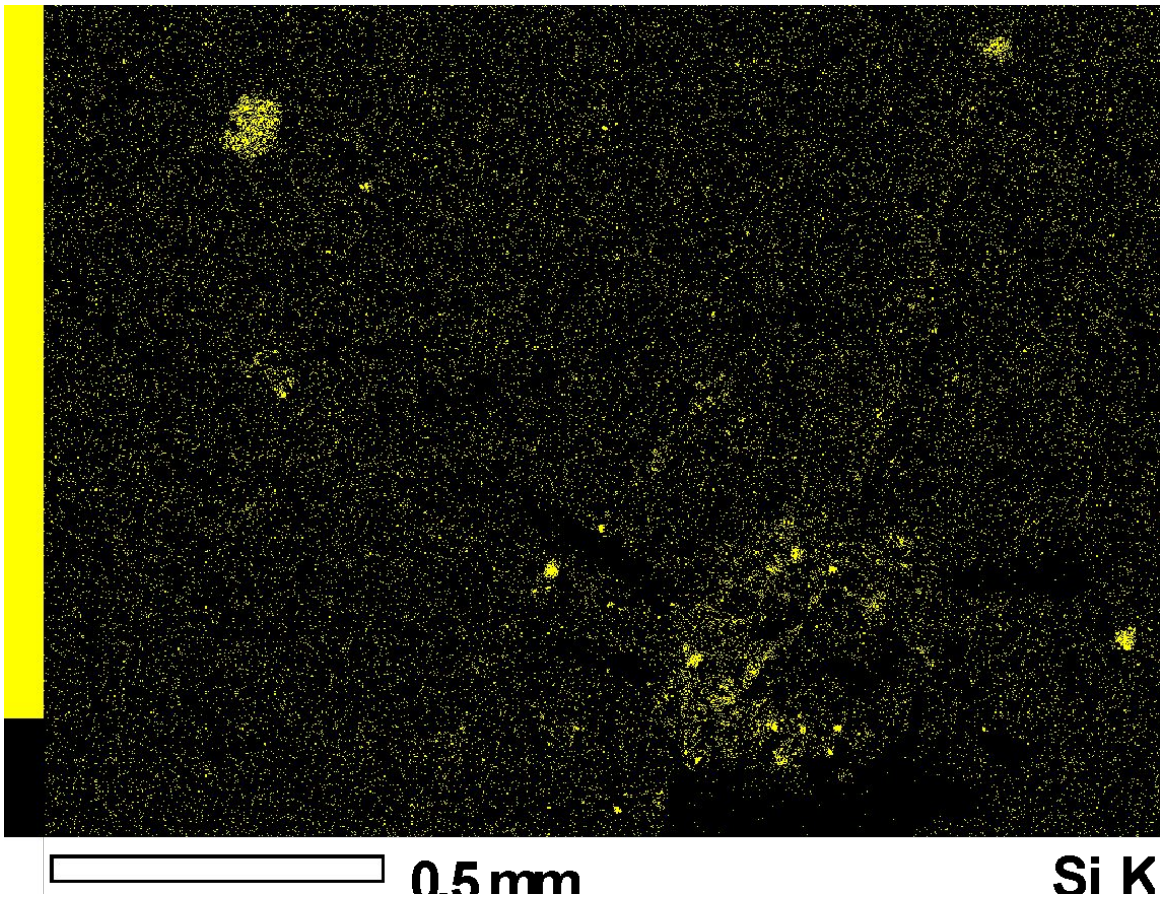
1.0 mm Si K
trattato Esterno



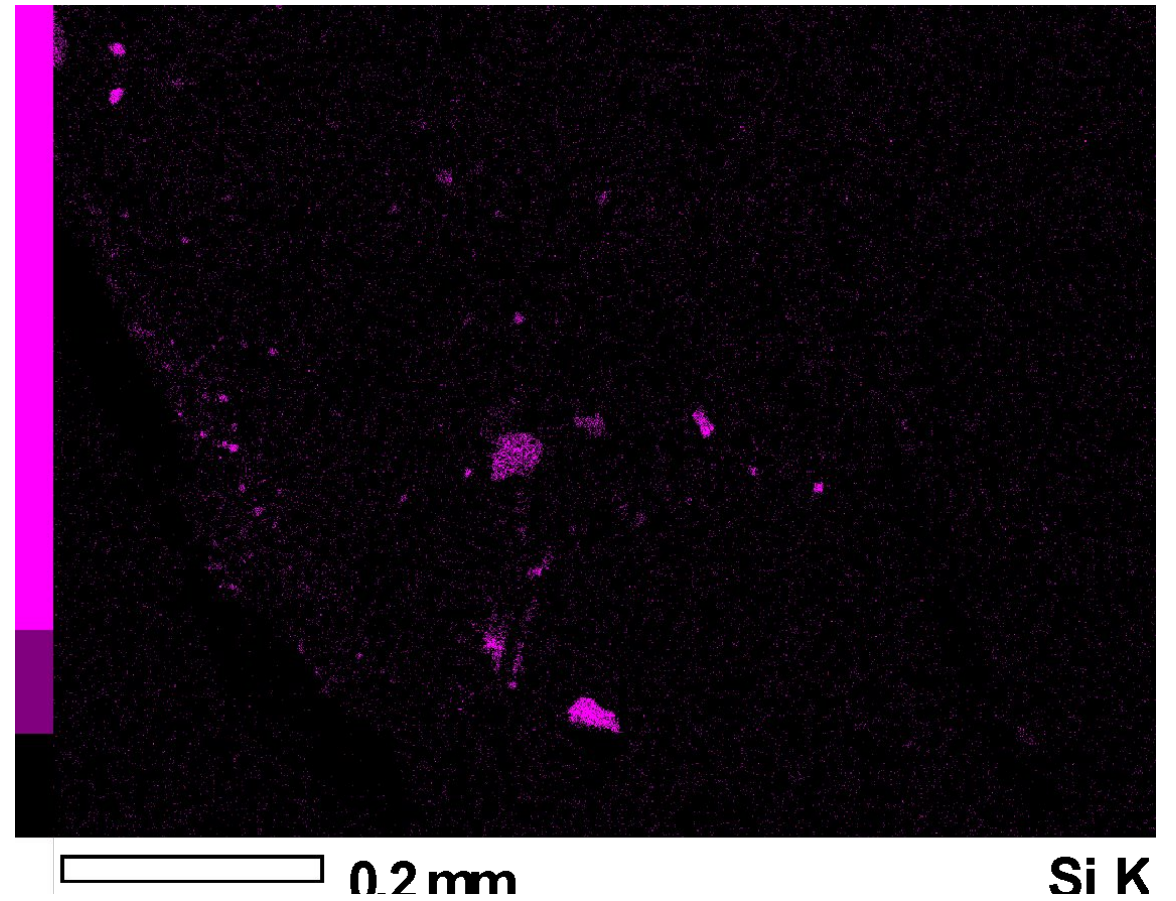
1.0 mm Si K
non trattato interno



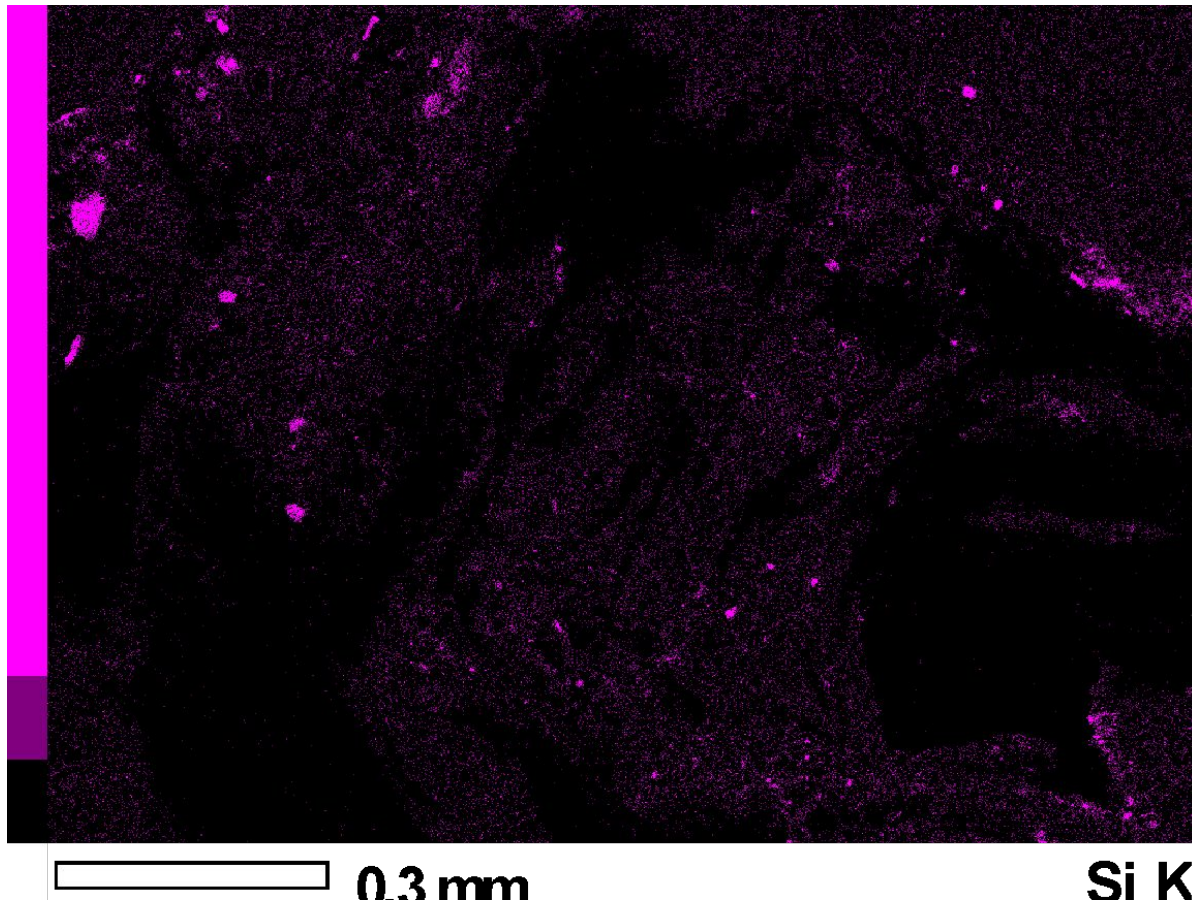
0.3 mm Si K
trattato interno



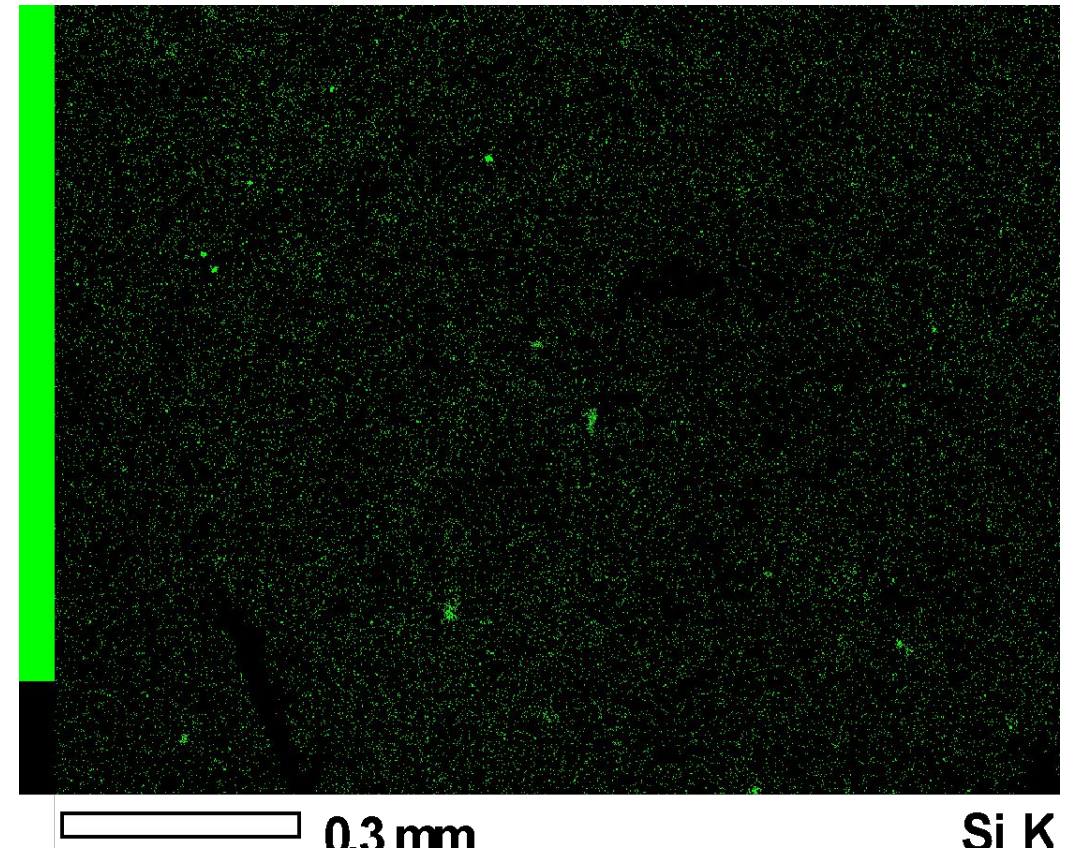
a) Epicarpo acino : **tesi Silicio**
% delle ceneri : 0,372
+ 40% rispetto non trattato



b) Epicarpo acino **tesi testimone n.t.**
% delle ceneri: 0,265



a) Epicarpo acino tesi Silicio



b) Epicarpo acino tesi Testimone n.t.

Considerazioni conclusive: per l'impiego di Optysil MAnica è possibile ridurre del 60 -70 % l'impiego dello zolfo per la difesa contro il mal bianco nei vigneti

A tutto beneficio della biodiversità , per la protezione dei fitoseidi, per preservare gli aromi tipici dei vitigni, per la salute degli operatori

Considerazioni conclusive:

Con l'impiego di Silicio (da acido ortosilicico) è possibile:

- ridurre del 60 -70 % l'impiego dello zolfo per la difesa contro il mal bianco nei vigneti
- proteggere la biodiversità
- Rispettare le popolazioni dei fitoseidi
- preservare gli aromi tipici dei vitigni
- ridurre l'esposizione degli operatori al tossicità dello zolfo.



Centro SPEVIS
Tesi A induttore bio contro
oidio



Centro SPEVIS 26 luglio 2021
parcella tesi controllo non
trattato

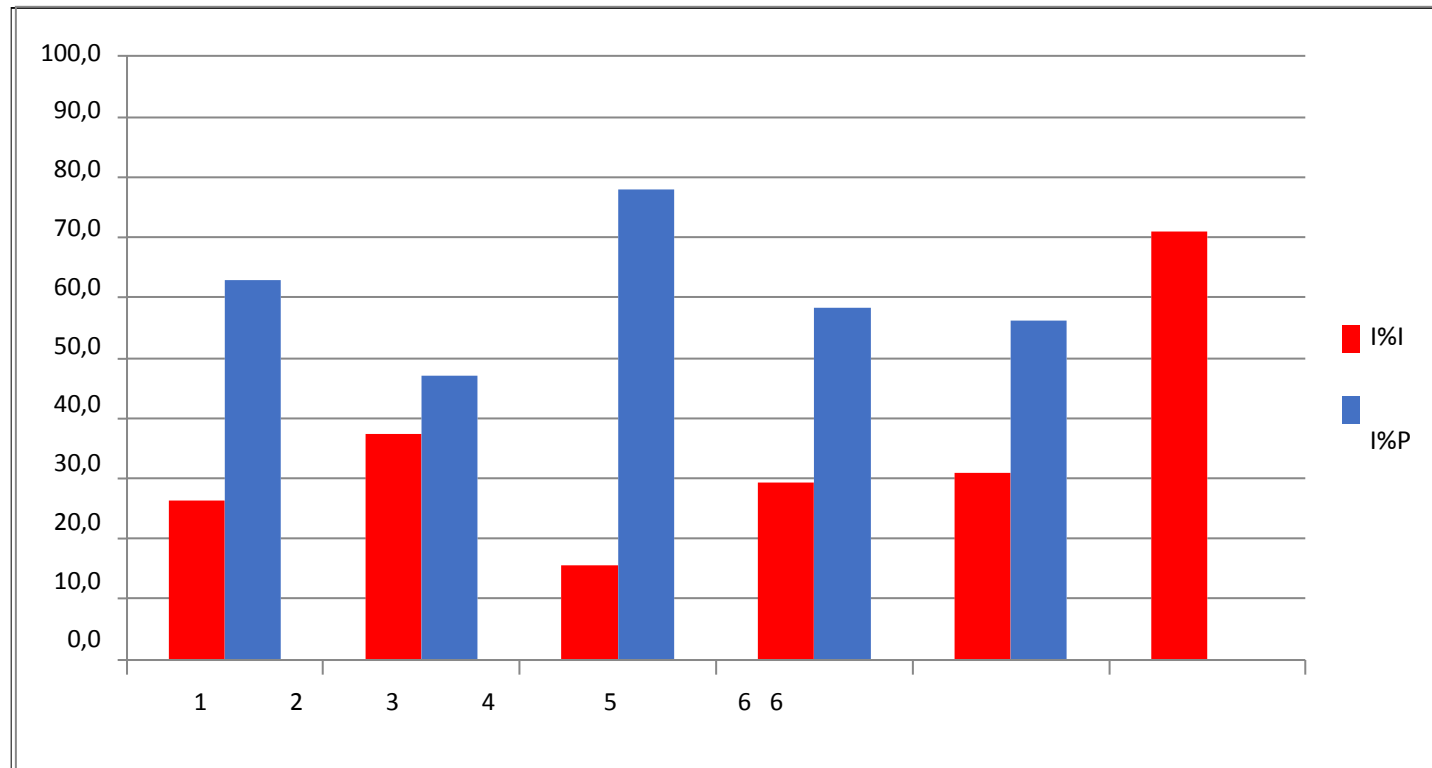
I dati ottenuti in questa sperimentazione indicano che in presenza di un'alta pressione di oidio la tesi Silicio 1 e, soprattutto la tesi Silicio 3 entrambe con un **quantitativo ridotto di zolfo pari al 60 %** hanno consentito una protezione antioidica superiore a quelle di confronto con i dosaggi standar dello zolfo (tesi 5) mentre l'efficacia della tesi Silicio 2 è risultata leggermente inferiore.

Tesi e risultati analisi

TESI	Rame KG/HA	Zolfo KG/HA	Silicio gr
1	4.5	20.1	141
2	4.5	11.1	169,2
3	4.5	20.1	169,2
4	2.8	19.3	0
5	4.5	32.2	0
6	0	0	0

Elemento	Tesi controllo n.t.	Tesi 1 Silicio gr 141	Tesi 2 Silicio gr 169,2	Tesi 3 Silicio gr 169,2
Silicio mg/kg	608	930	860	980
S.S.		Incremento medio del 40%		

TESI	Indice di efficacia %	Indice di protezione in %
1 Si	26,25	62,94
2 Si	37,50	47,06
3 Si	15,58	78,00
4	29,42	58,46
5	31,00	56,23
6	70,83	0,00





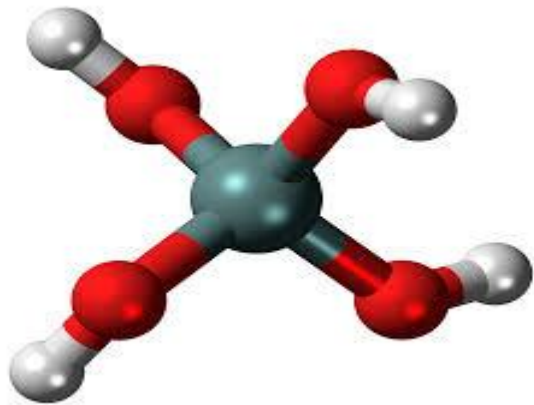
Nei confronti degli aspetti fisiologici, non sono state riscontrate differenze circa il colore e lo sviluppo della vegetazione mentre per i parametri di maturazione nel rilievo finale (tabella 13) per le tesi “ + Silicio “ è risultata una tendenza alla riduzione del peso medio del grappolo e all’aumento dell’accumulo in zuccheri (in particolare nella tesi 2).

Possiamo affermare che l’inserimento del Silicio come elemento “ bioprotettivo / induttore di resistenza “ nei calendari di difesa della vite può essere una prima risposta positiva per attenuare gli effetti collaterali negativi derivanti dall’uso molto alto dello zolfo.



L'importanza del Silicio nella dieta giornaliera in particolare per le persone anziane e le donne

Nelle persone adulte Il fabbisogno di Silicio è di 10 – 25 milligrammi al giorno .
Attualmente, con diete a base di alimenti sempre più raffinati, si possono riscontrare delle situazioni di Silicio-carezza che implica –come effetto diretto – una grave riduzione del deposito di calcio nelle ossa (osteoporosi)



Il consumo regolare di
ortaggi biofortificati al Silicio
è basilare per una
alimentazione che rinforza
e protegge i tessuti ossei.
(ricerche mediche pubblicate)



La bio-fortificazione con silicio, la nutraceutica dal mondo scientifico medico

- Il **silicio organico** è fondamentale in numerosi processi vitali, nella crescita e soprattutto nella **bioelettricità** del nostro organismo. Gli esseri viventi con carenza di silicio **invecchiano** e si ammalano più velocemente e sono più soggetti ad **aterosclerosi**, **osteoporosi**, disturbi della **pelle** e problemi alle **cartilagini**. Il silicio organico aiuta a rafforzare i tessuti connettivi e le ossa, i **capelli** e la pelle diventano più forti e lucenti, e migliora l'energia vitale del corpo. Migliora anche l'assorbimento della **vitamina D**.