

"NANO.T®: la nanotecnologia al servizio dell'agricoltura per contrastare la clorosi ferrica dell'uva da tavola"

21-02-2022

Giuseppe Ciuffreda

Collaborazione Giovanni Totoro agronomo

NANO.T

technology for agriculture

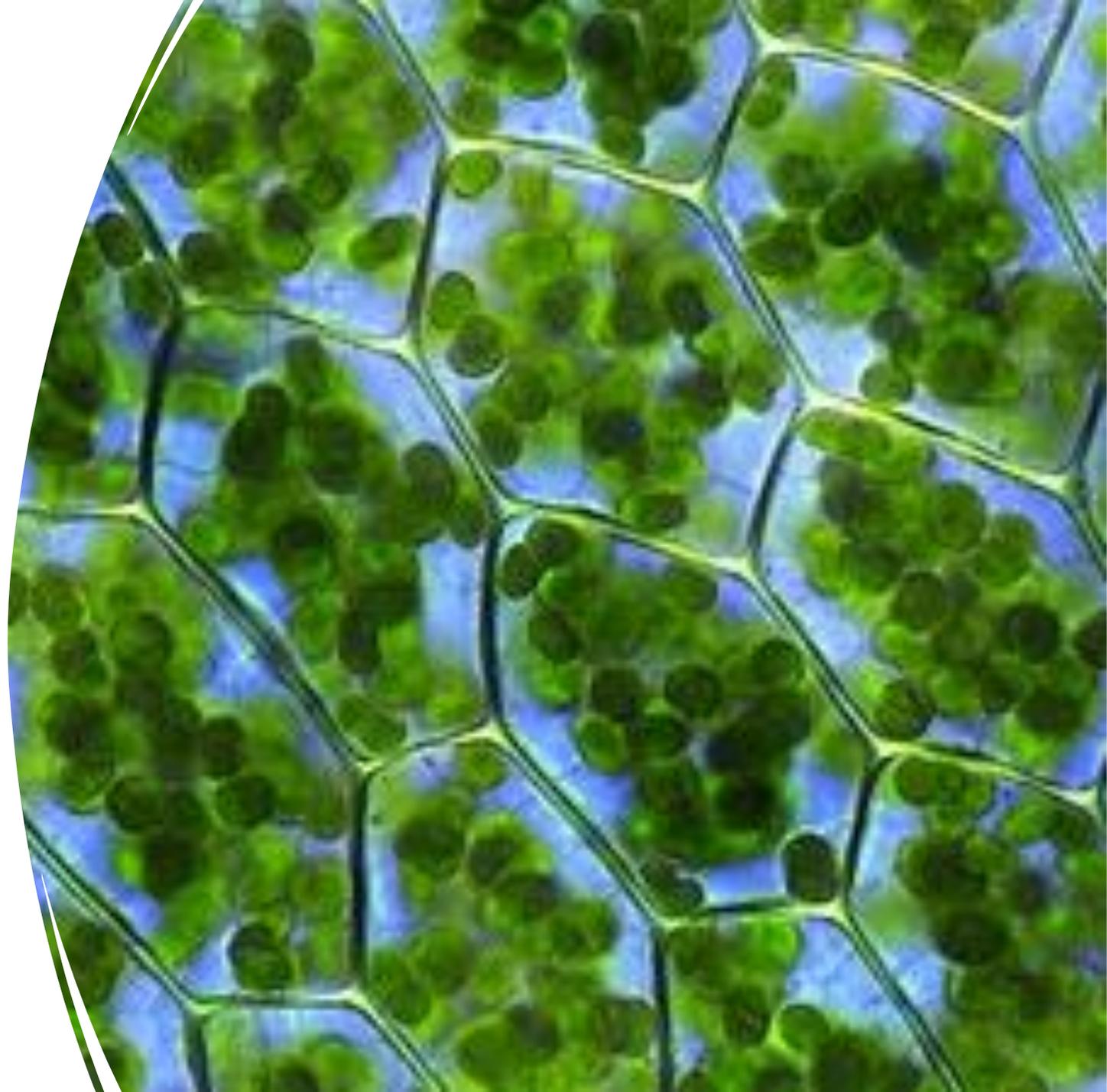
Chi siamo



**Cooperativa di agricoltori per agricoltori
Produciamo fertilizzanti dal 1908**

Clorofilla

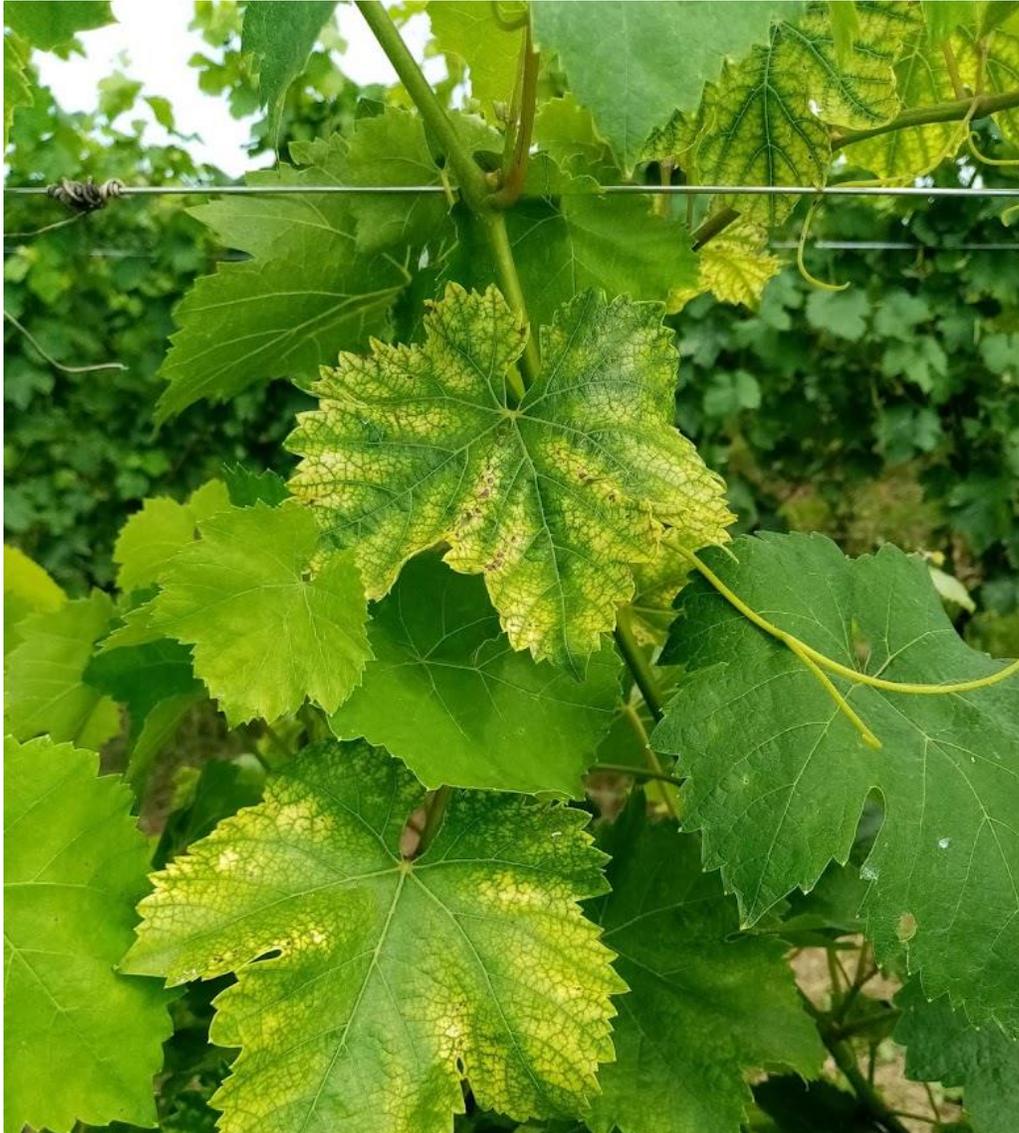
- AZOTO, MAGNESIO e FERRO sono i nutrienti di cui una pianta ha bisogno per produrre clorofilla



La clorosi ferrica nelle piante arboree

- Il ferro è un microelemento indispensabile alla vita delle piante
- Si muove poco all'interno dei tessuti vegetali (sintomi di carenza su foglie giovani)
- I terreni sono ricchi di ferro ma la forma assimilabile (solubile) è molto bassa
- Nei terreni ricchi di calcare e con pH elevati (alcalini) la clorosi ferrica si manifesta con maggiore frequenza e con danni elevati
 - Circa il 30% delle terre coltivate nel mondo sono soggette a questa problematica

Clorosi ferrica foglie giovani



Clorosi da magnesio foglie vecchie

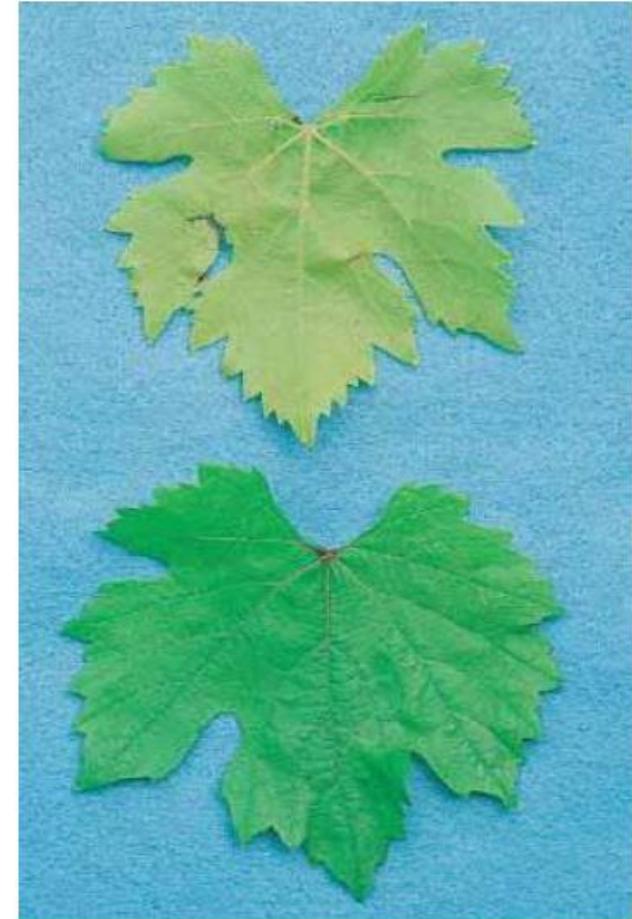
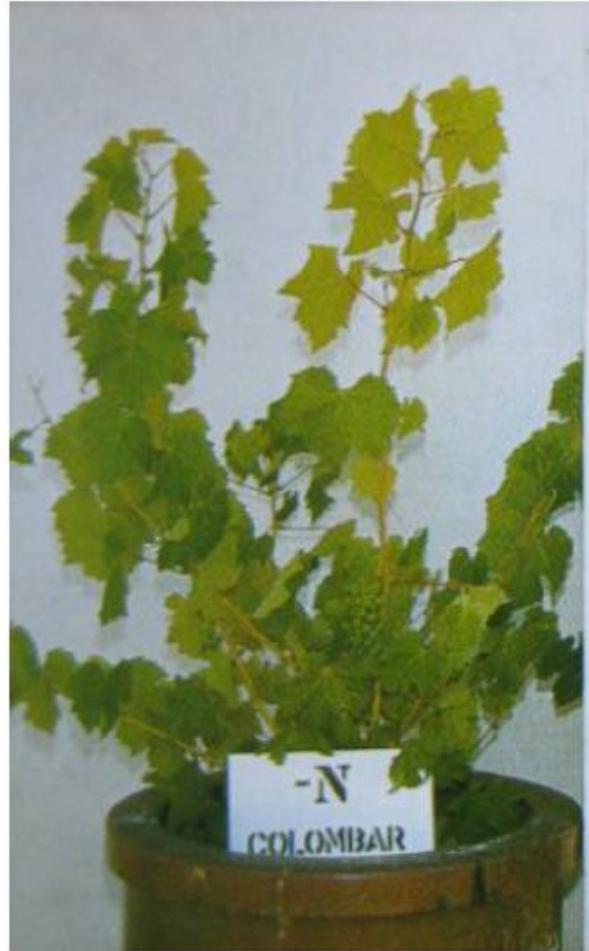
Uva bianca



Uva rossa



Clorosi d'azoto tutte le foglie



Fonte: Andrew Teubes in <http://afghanag.ucdavis.edu/>

Clorosi ferrica indotta

- La clorosi ferrica negli alberi da frutto ha caratteristiche diverse dalle colture annuali (orticole, cerealicole e foraggere)
- alberi sono perenni, quindi la carenza di Ferro in un anno influisce sulla nutrizione e sullo sviluppo della clorosi nell'anno seguente

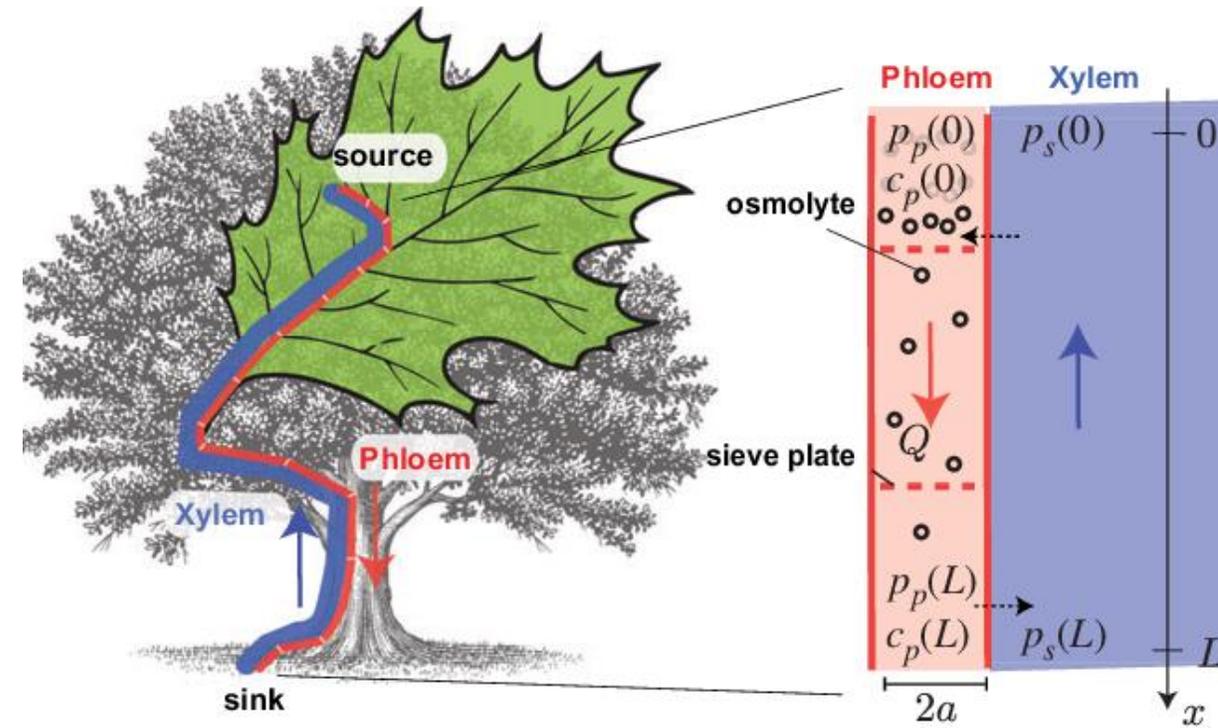
Mobilità del ferro nella pianta

- Il ferro ha una certa mobilità nel floema e le prime fasi di crescita e le fioriture primaverili sono sostenute dal Ferro immagazzinato nell'anno precedente.
- Gli alberi immagazzinano grandi quantità di Ferro (principalmente adsorbito) nelle loro radici o sulla superficie radicale, che può essere ripreso o rimobilizzato verso i nuovi germogli nel successivo anno

Mobilità del ferro nella pianta

Gli alberi hanno:

- Un certo livello di incompatibilità dell'innesto altera sia il trasporto verso l'alto dei nutrienti attraverso lo xilema sia il rifornimento di carboidrati alle radici attraverso il floema



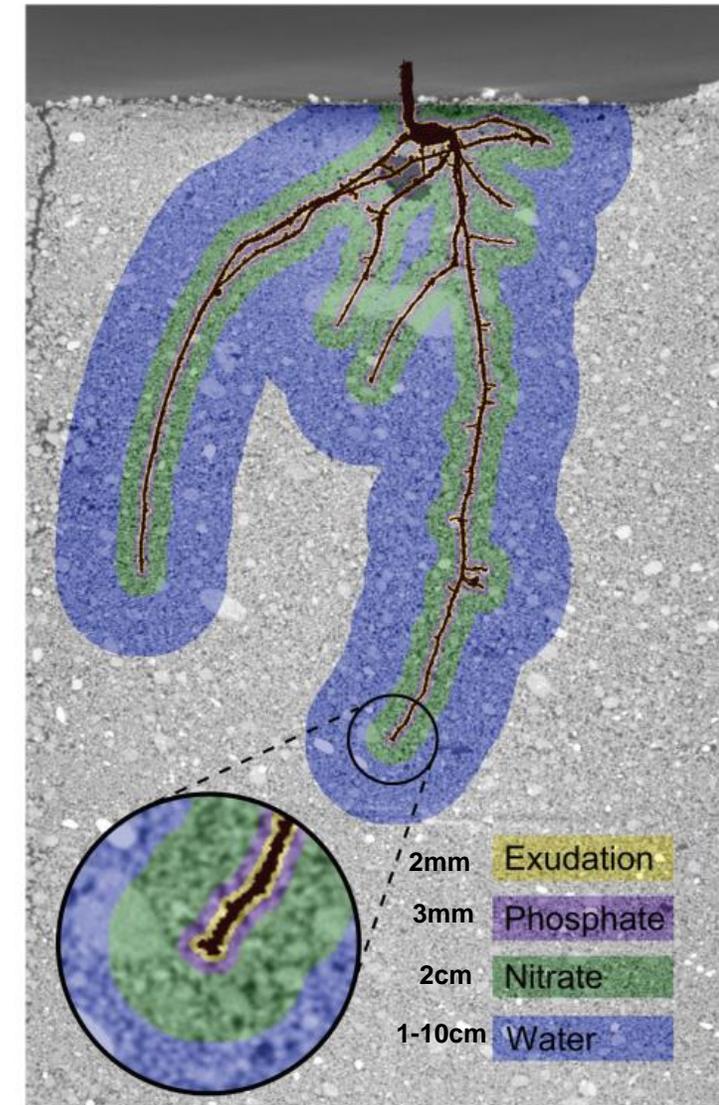
Risposta delle radici in carenza di ferro

STRATEGIA I

Dicotiledoni e monocotiledoni non-graminacee:
pomodoro, piselli, fagioli, melo, pero, ecc.

Pianta spende energia

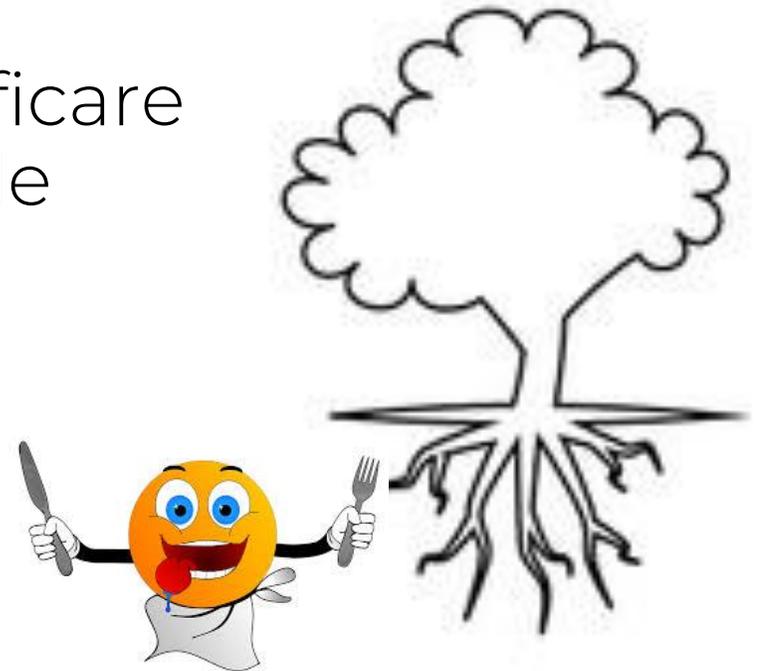
1. acidificazione della rizosfera
2. solubilizzazione del NANO.T + (Fe^{3+})
3. rilascio di metaboliti organici chelanti
4. chelazione del ferro bivalente (Fe^{2+})
5. assorbimento della radice



Mobilità del ferro nella pianta



- Durante la stagione la presenza dei frutti riduce la traslocazione degli zuccheri verso le radici
- quindi riduzione di energia per acidificare la rizosfera per liberare ferro insolubile



TIPOLOGIE DI CLOROSI

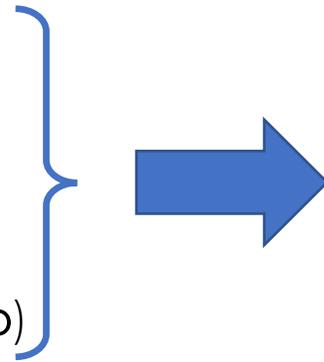
- Nei terreni calcarei (alto contenuto di carbonati e bicarbonati) il ferro diventa insolubile e le piante vanno in carenza (clorosi ferrica)
- In questi terreni la condizione peggiora quando si esegue l'irrigazione:
 - L'acqua irrigua porta in soluzione i carbonati e i bicarbonati rendendoli molto più attivi e inibenti nei confronti del assorbimento del fosforo e dei microelementi
- Questo tipo di clorosi ferrica prende il nome di:
 - **CLOROSI INDOTTA DAL CALCARE**
 - **LIME INDUCED CLOROSI**

CLOROSI INDOTTA DAL CALCARE

- Per tale ragione occorre conoscere nel terreno il contenuto:

- Calcare attivo

- Ferro estraibile
(estratto con ossalato di ammonio)



si calcola
L'indice del
potere
clorosante (IPC)

IPC	INTENSITÀ DELLA CLOROSI
0	trascurabile
≤5	bassa
6-15	Media
16-35	alta
≥ 36	molto alta

- Prima della scelta di un impianto è consigliabile fare una valutazione su questi due parametri e scegliere il portinnesto più adatto

Come contrastare la clorosi ferrica

- Scelta del portinnesto tollerante
- Impiego di fertilizzanti a base di ferro
- Gestione dell'irrigazione

Tolleranza di diversi portinnesti

Tab. 1. Resistenza massima dei portinnesti al calcare attivo e all'I.P.C. (Indice del Potere Clorosante)

Portinnesto	Calcare attivo (%)	Portinnesto	I.P.C.
101-14	9	3309 C	10
3309 C	11	99R, SO4	30
99R, 110R, SO4, 225 Ru	17	K5BB, 420A	40
K5BB, 420 A, 779P, 1103P	20	161-49, 41B	60
157-11	22	333EM	70
161-49	25	140 Ru	90
41B, 140 Ru	40	Fercal	120

Luigi Bavaresco in <http://www.viten.net/files/6dd/6ddf2edcb1ef9321366b22198743f67d.pdf>

III: *Classification of rootstocks on the base of the content of active lime and CPI (JUSTE and POUGET, 1972. In: HUGLIN and SCHNEIDER, 1998).*

Rootstock	Content of active lime (%)	CPI value
Vialla	-	2
Riparia Gloire	6	5
196-17	6	-
101-14	9	10
216-3	9	-
44-53	10	-
3309	11	10
1616	11	-
Rupestris du Lot	14	20
99R,110R,1103P,SO4	17	30
5BB,420A, 34 EM	20	40
161-49	25	50
140 Ru	25	90
41B	40	60
333 EM	40	70
Fercal	-	120

Come contrastare la clorosi ferrica

- Scelta del portinnesto tollerante
- Impiego di fertilizzanti a base di ferro
- Gestione dell'irrigazione

Fertilizzanti a base di ferro

- **Sali di ferro inorganici** (solfato ferrico, solfato ferroso etc)

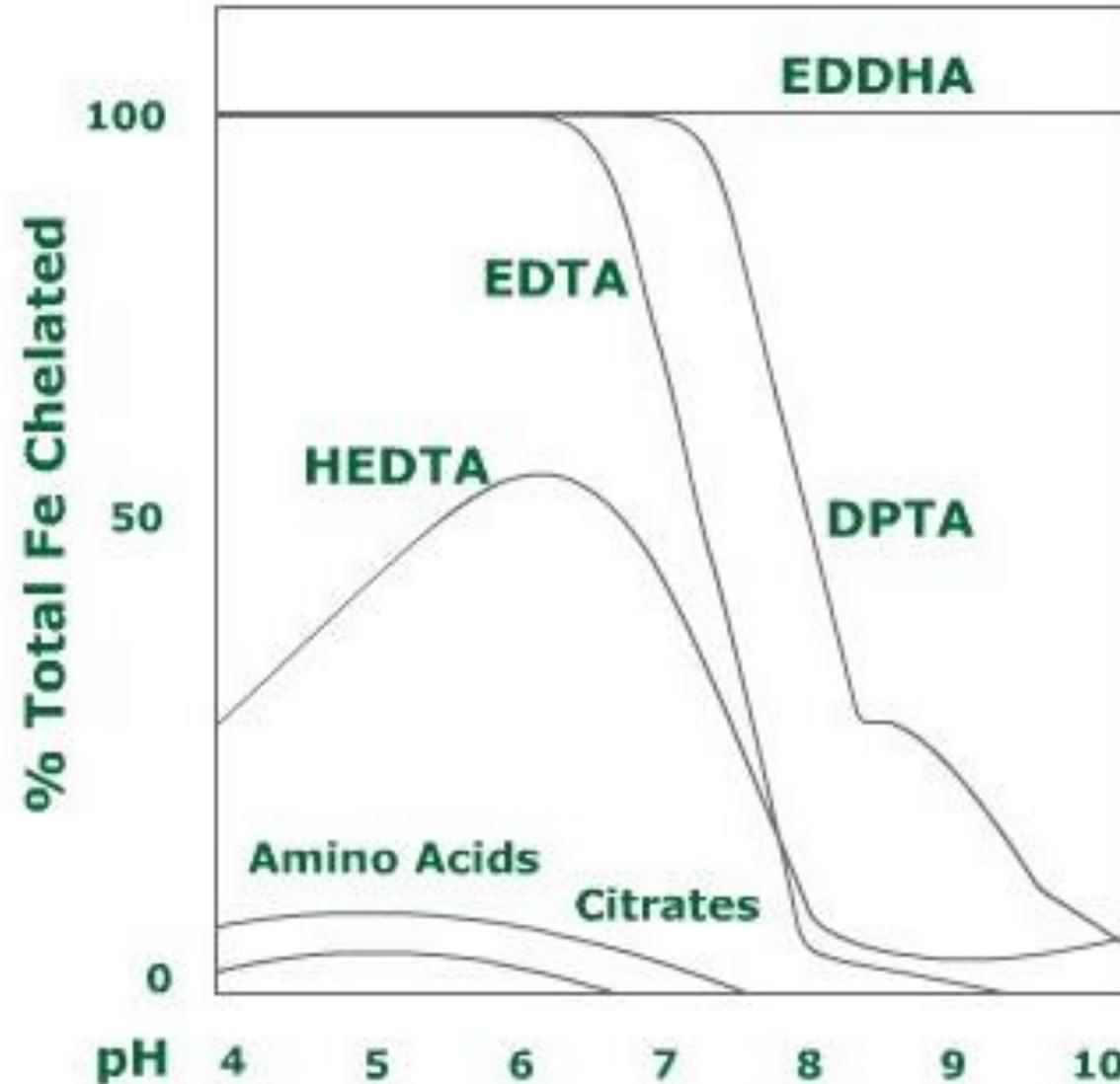
applicazioni al suolo → poco efficaci, alti dosaggi e ripetute applicazioni
applicazioni fogliari → efficaci, ripetute applicazioni non risolutivi

- **Chelati di ferro:**

- EDTA
- EDDHA
- EDDHSA
- DTPA
- LS
- Gluconati
- Acidi organici
- Amminoacidi

**Ferro legato ad una molecola organica
che ha funzione di protezione nei
confronti carbonati/altri sali inorganici
presenti nel terreno**

Stabilità dei chelati in funzione del pH



Fertilizzanti a base di ferro

- **Sali di ferro inorganici** (solfato ferrico, solfato ferroso etc)

applicazioni al suolo → poco efficaci, alti dosaggi e ripetute applicazioni
applicazioni fogliari → efficaci, ripetute applicazioni non risolutivi

- **Chelati di ferro:**

- EDTA
- **EDDHA**
- EDDHSA
- DTPA
- LS
- Gluconati
- Acidi organici
- Amminoacidi

**Ferro legato ad una molecola organica
che ha funzione di protezione nei
confronti carbonati/altri sali inorganici
presenti nel terreno**

Chelati/Complessati di ferro

- Questa tipologia di fertilizzanti può essere utilizzata in applicazioni:
- Fogliari e
- Radicali

Nelle applicazioni radicali i fattori che influenzano la loro efficacia sono :

- **pH** (molecole poco stabili a valori di superiore a 6,5: EDTA)
- **Sensibilità alla luce** (si inattivano vedi EDDHA)
- **Lisciviabilità** (alta mobilità nel profilo del suolo e perdita nelle falde EDDHA- EDDHSA)

Nanotecnologia/Nanomateriali

- Primo riferimento 1959 da [Richard Feynman](#) premio Nobel fisica (1965)
- Nanotecnologia termine coniato nel 1986 da Kim Eric Drexler



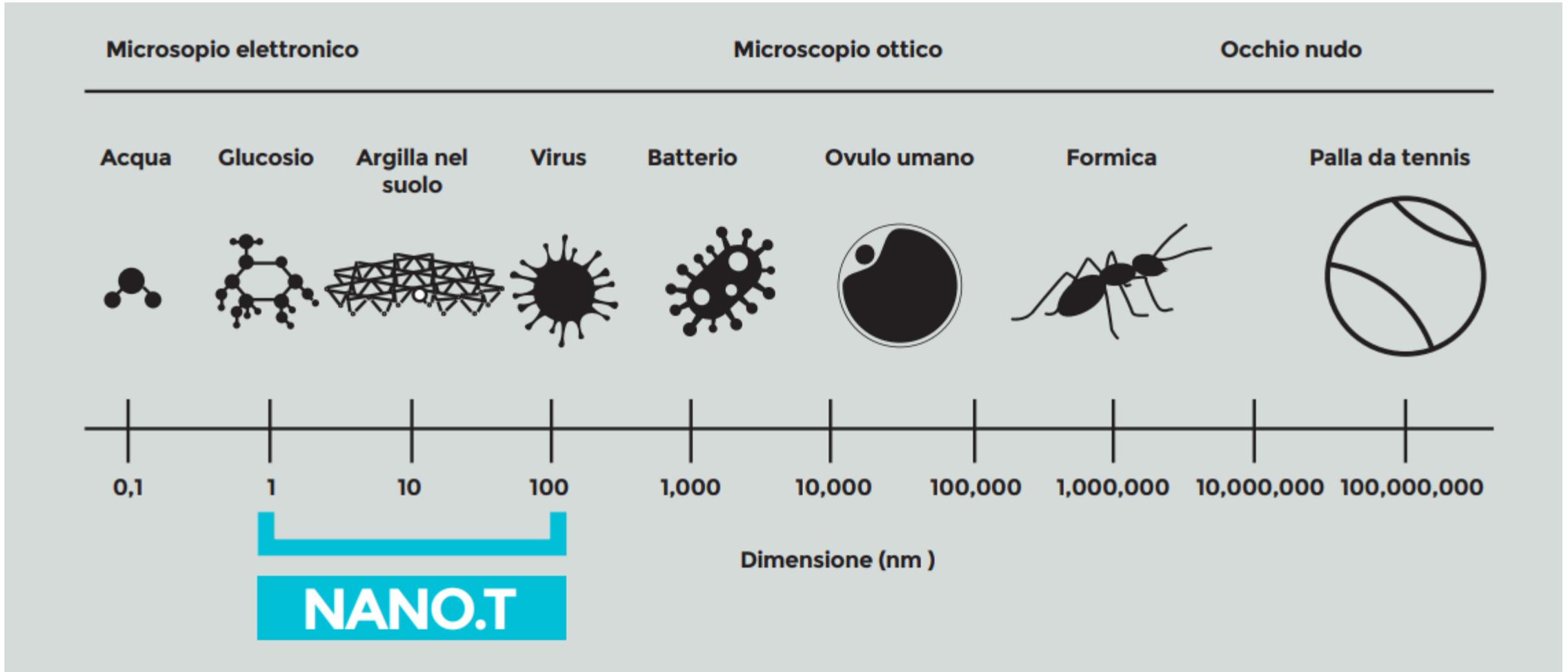
Tensione superficiale dei liquidi



Forze di van der Waals

[Kim Eric Drexler](#), che lo utilizzò nel suo libro del [1986](#) [Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology](#).

Comparazione dimensioni: da nano a macro

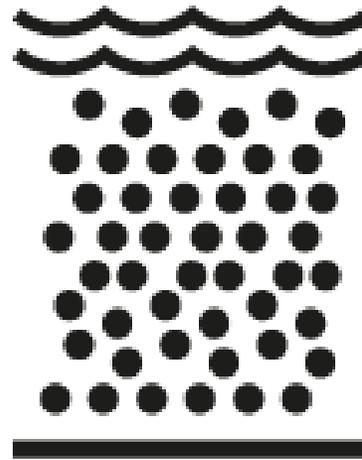


1. Fertilizzanti SMART

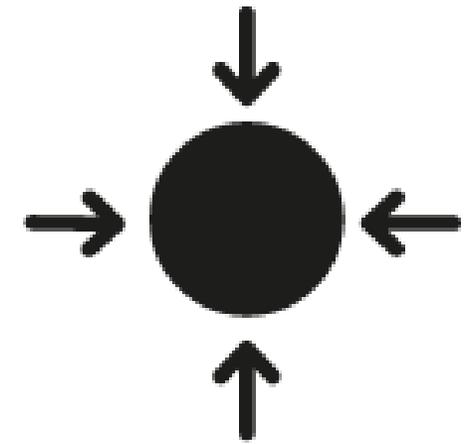
Piccoli



Mobili



Efficaci



1

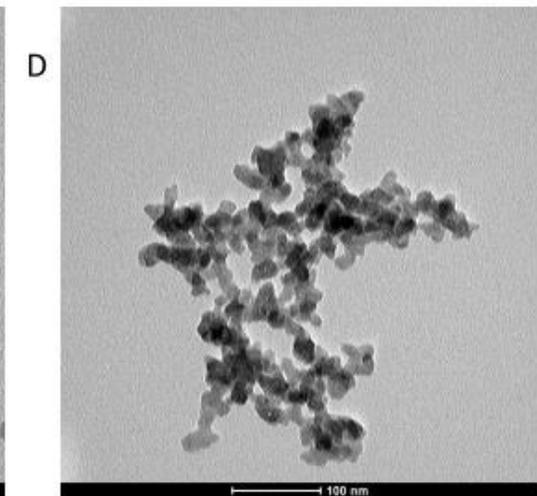
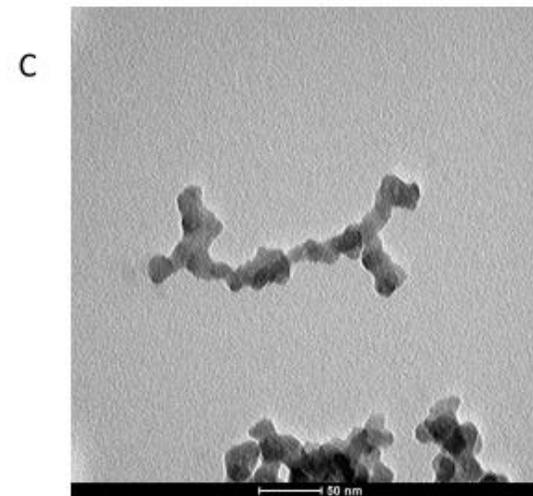
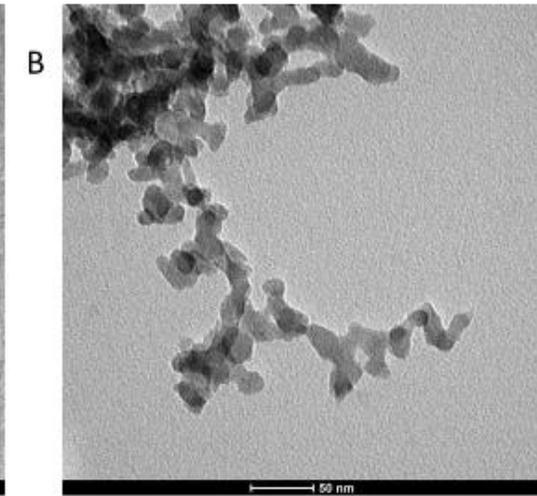
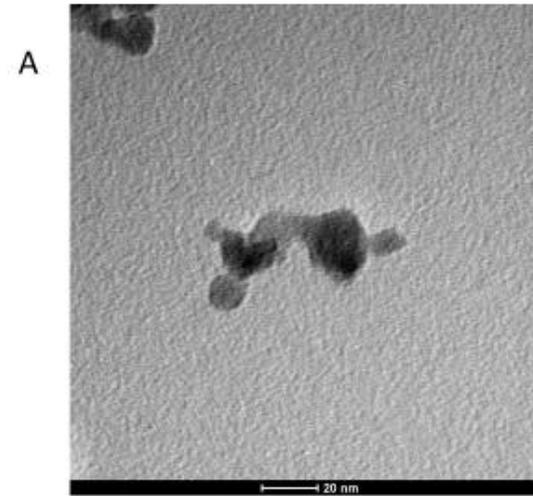
Piccoli



- I nano-fertilizzanti NANO.T sono inferiore a 100 nm
 - 10 volte più piccoli di un batterio
 - 1 metro = 1.000.000.000 nanometri (un miliardesimo di metro)

— 20 nm

— 50 nm



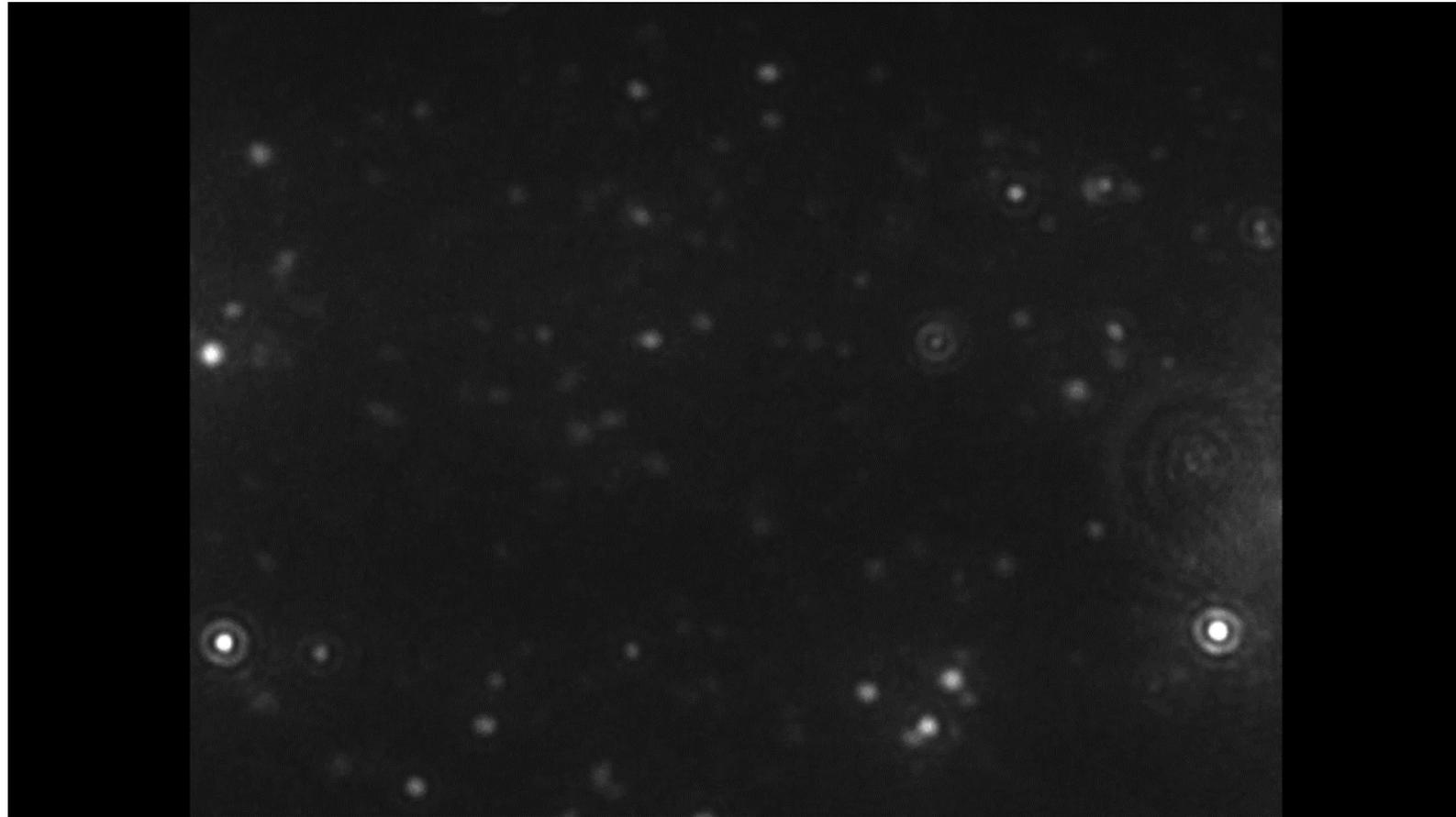
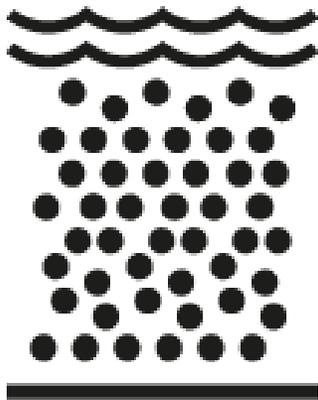
— 50 nm

— 100 nm

Concentrazione
(numero di
particelle/ml)

2.465 miliardi
 $2,465 \times 10^{12}$

Mobili



2. Fertilizzanti INNOVATIVI

- Nuova tecnologia ideata e brevettata Cerea
- Nuovo modo di azione del fertilizzante
- Nuovo concetto di fertilizzante differente da tutto ciò che è presente oggi sul mercato



3. Fertilizzanti SOSTENIBILI

Minor impatto ambientale:

- ATTIVO AMPIO RANGE DI pH 1-10
- ATTIVO IN QUALSIASI CONDIZIONE DI LUCE E TEMPERATURA
- UTILIZZABILE A BASSI DOSAGGI
- COMPLETAMENTE BIODEGRADABILE
- NON LISCIVIABILE (si accumula nel suolo)
- pH acido

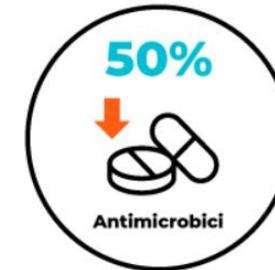
- Nano.T si colloca perfettamente all'interno della strategia «**Farm to Fork**» del **Green Deal Europeo**



Ridurre del 50%
l'utilizzo
di fitofarmaci



Ridurre del 20%
l'uso
dei fertilizzanti

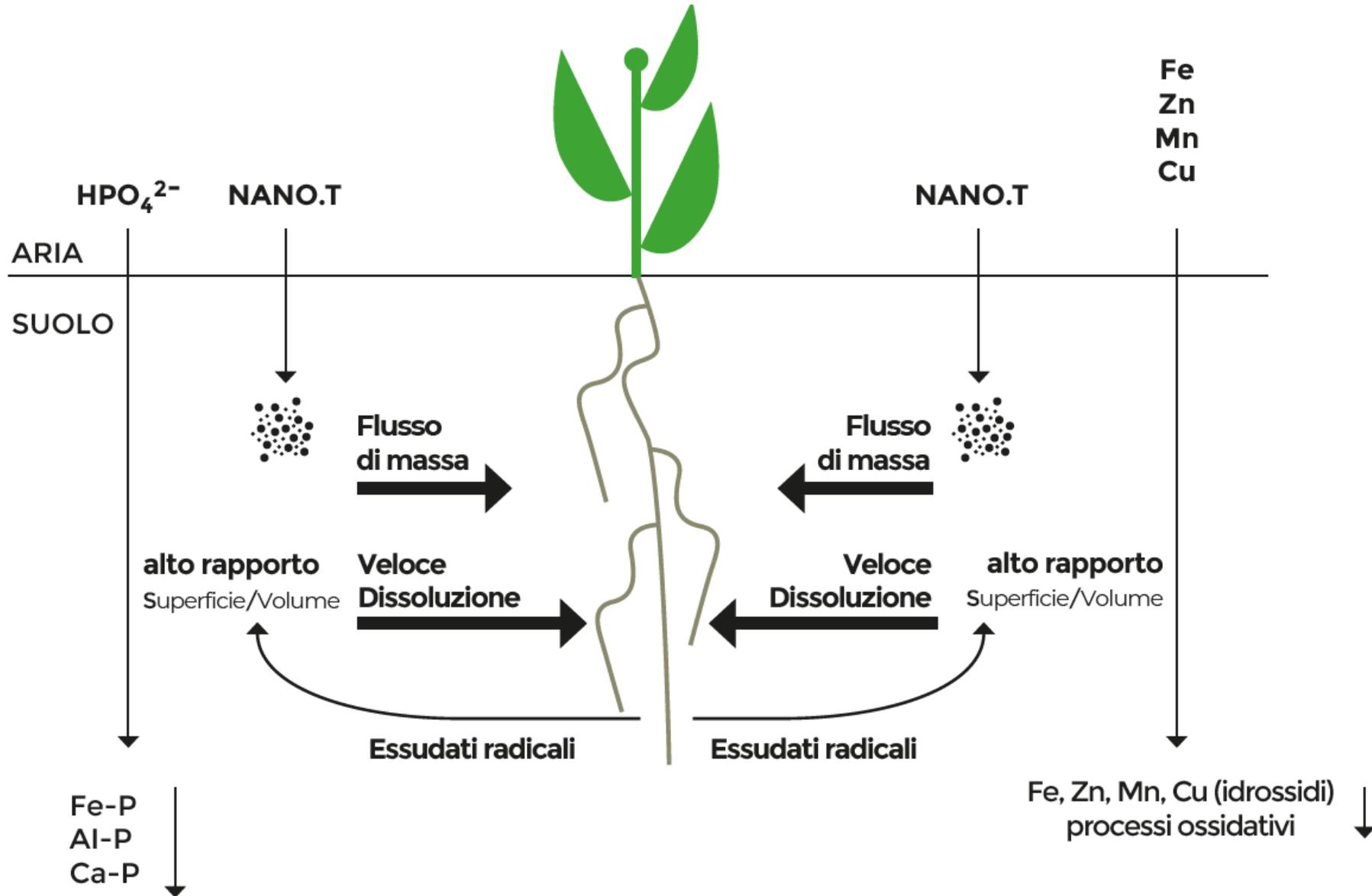


Ridurre del 50%
la vendita di
sostanze
antimicrobiche



Arrivare al 25%
di superficie coltivata
a biologico

Come funziona Nano.T ?

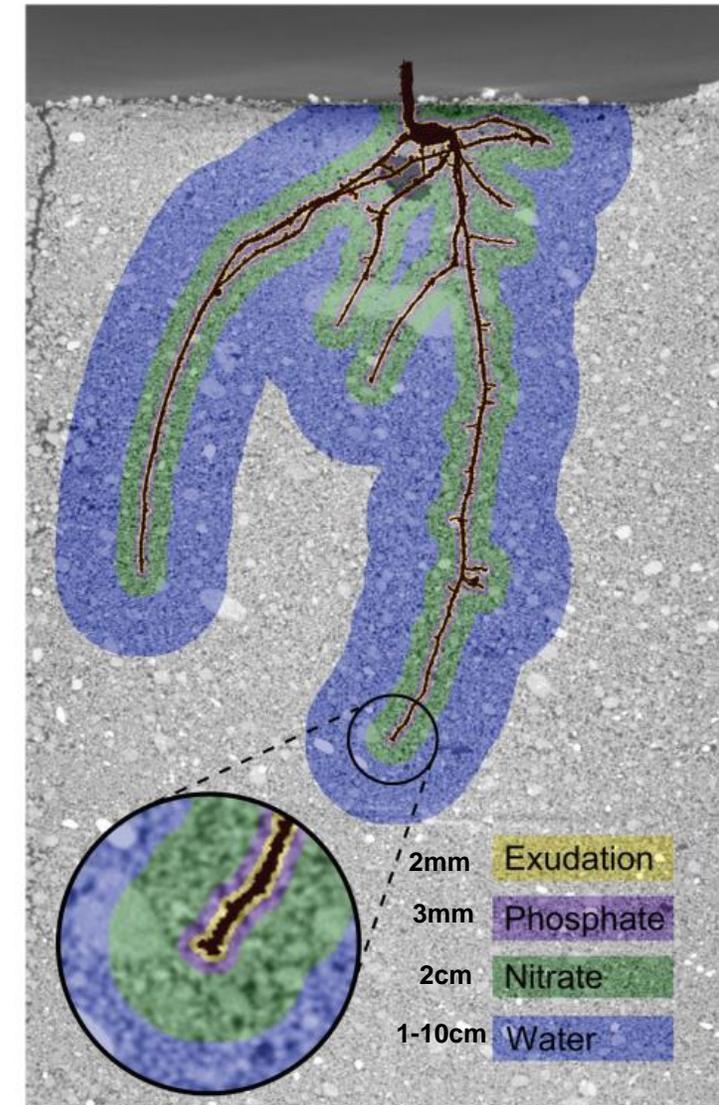


Risposta delle radici in carenza di ferro

STRATEGIA I

Dicotiledoni e monocotiledoni non-graminacee:
pomodoro, piselli, fagioli, melo, pero, ecc.

1. acidificazione della rizosfera
2. solubilizzazione del NANO.T + (Fe^{3+})
3. rilascio di metaboliti organici chelanti
4. chelazione del ferro bivalente (Fe^{2+})
5. assorbimento della radice



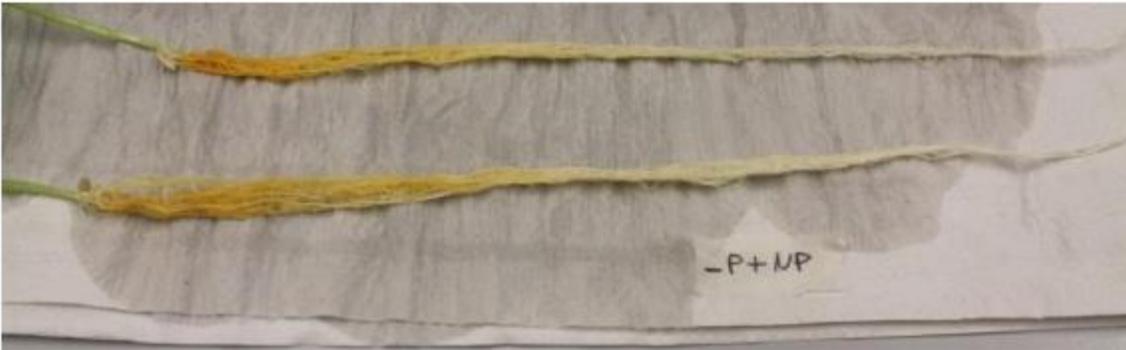
RISULTATI dopo 1 settimana



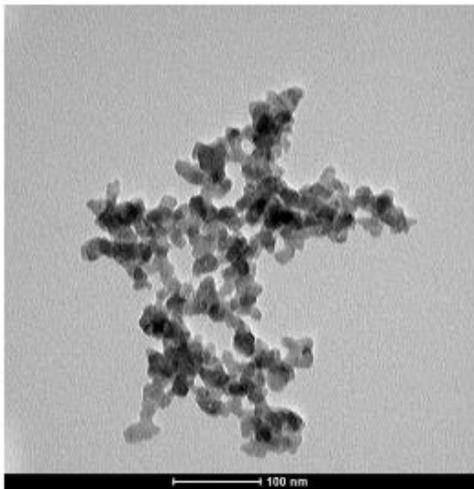
RISULTATI dopo 2 settimane



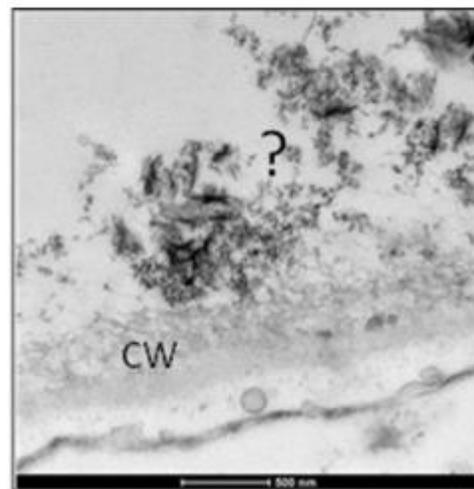
Osservazione delle radici concimate con NanoT. FE 2.0



Radici di cetriolo concimate con Nano.T Fe



Particelle di Nano.T Fe
al microscopio elettronico



Sezione di radice di cetriolo
al microscopio elettronico

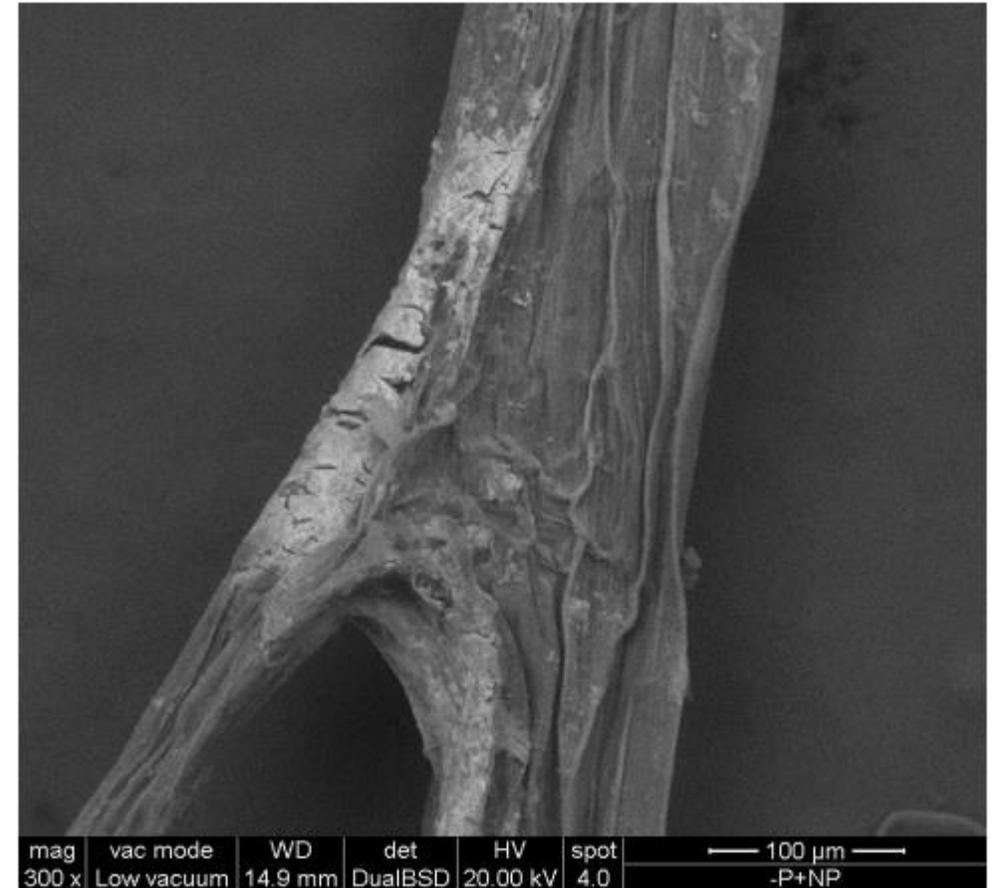
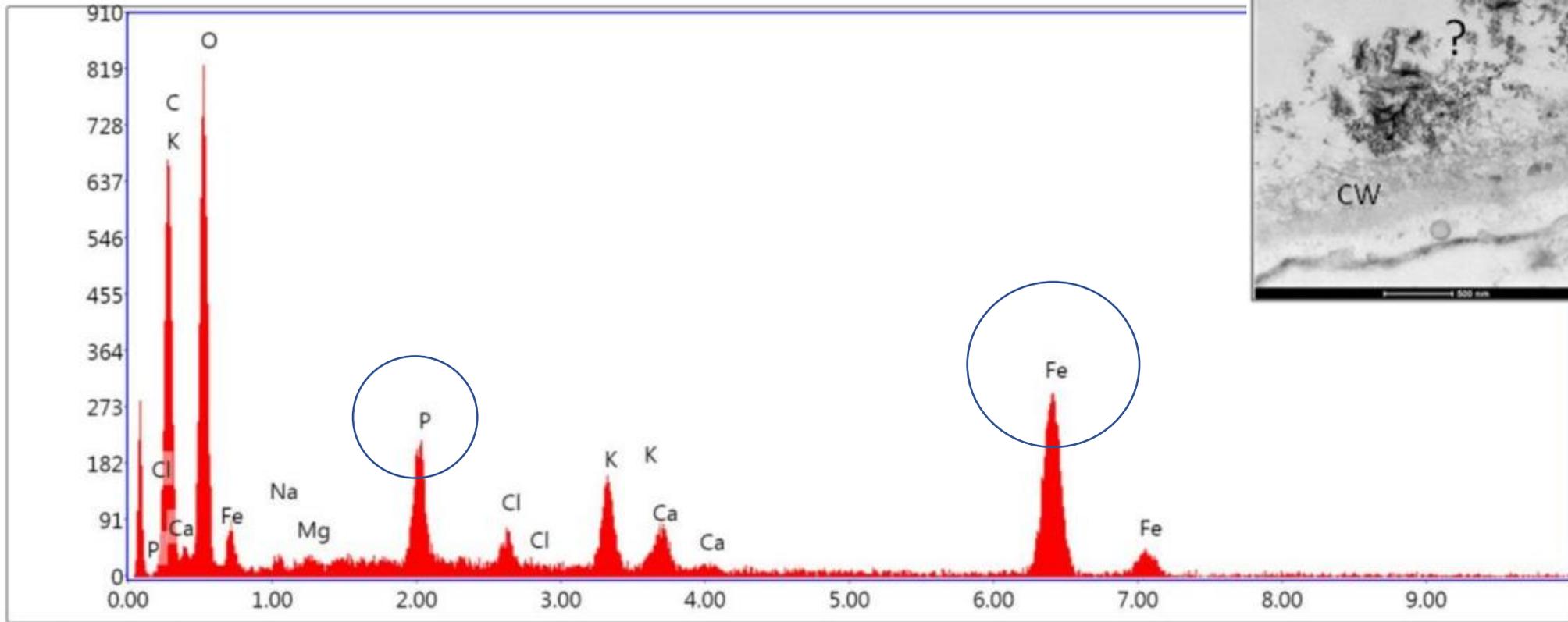


Figure 44: ESEM observation of roots of cucumber plants grown with FePO_4 NPs as P source (-P+NPs); notice the electron dense crusts (bright color on the left).

Analisi elementare delle particelle

EDS Spot 2



Lsec: 48.3 0 Cnts 0.000 keV Det: Element-C2B Det

Esperienza su uva da tavola

Giovanni Totoro Agronomo

- Anno 2020
- Località Grottaglie (Taranto)
- Anno Impianto 2002
- Varietà: Vittoria innestata su 140 R
- Contenuto di calcare totale 4,0%
- Contenuto calcare attivo 1,2%
- pH 8,1
- Agricoltore impiega ad ottobre 1000 kg di solfato ferroso
- Nelle zone più soggette a clorosi applica Ferro chelato EDDHA

Foto aerea del vigneto



Vigneto al 7 maggio 2020

Evidente carenza di ferro sulle foglie giovani



Primo trattamento al 12 giugno



Sistema aziendale di fertirrigazione con mastello in plastica da 350 litri in cui solubilizzare i fertilizzanti e motopompa per iniettare la soluzione nell'impianto di irrigazione



Soluzione di 300 litri circa contenete 6 litri di NanoT Fe

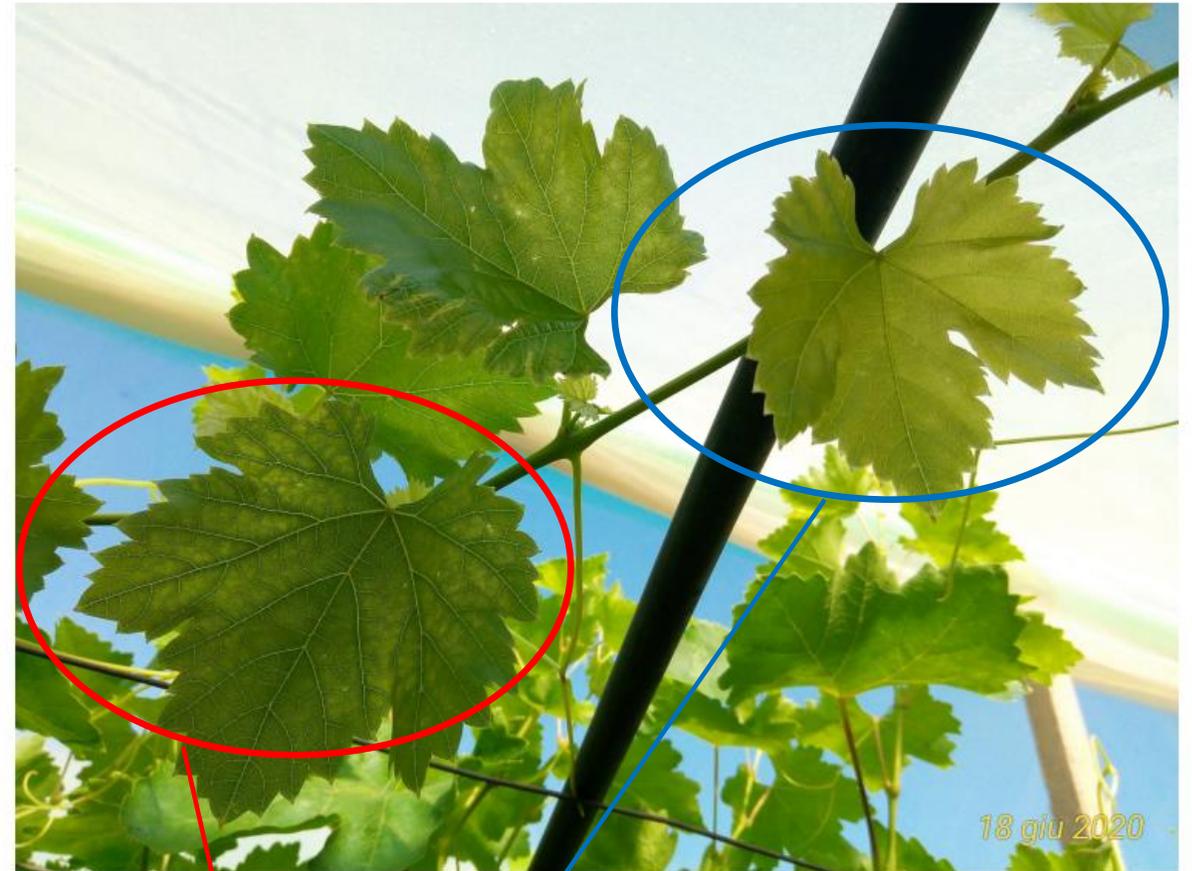
Foto dopo 2 e 6 giorni dopo trattamento

14 giugno – due giorni dopo



Foglie vecchie con evidenti
sintomi di clorosi

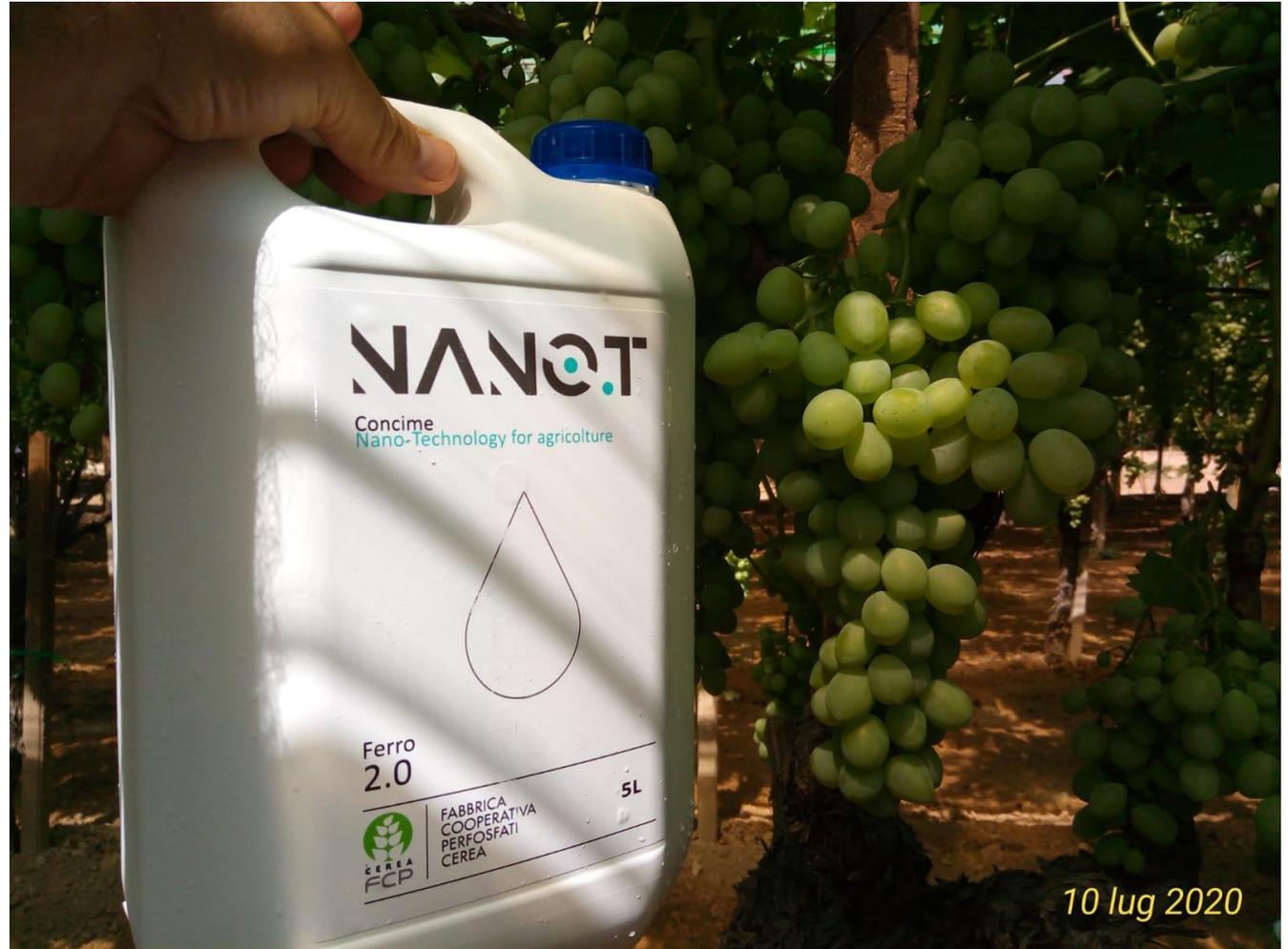
18 giugno – sei giorni dopo



Foglie vecchie con sintomi di clorosi
con evidenza di rinverdimento

Foglie nuove senza
sintomi di clorosi

Secondo trattamento 10 luglio

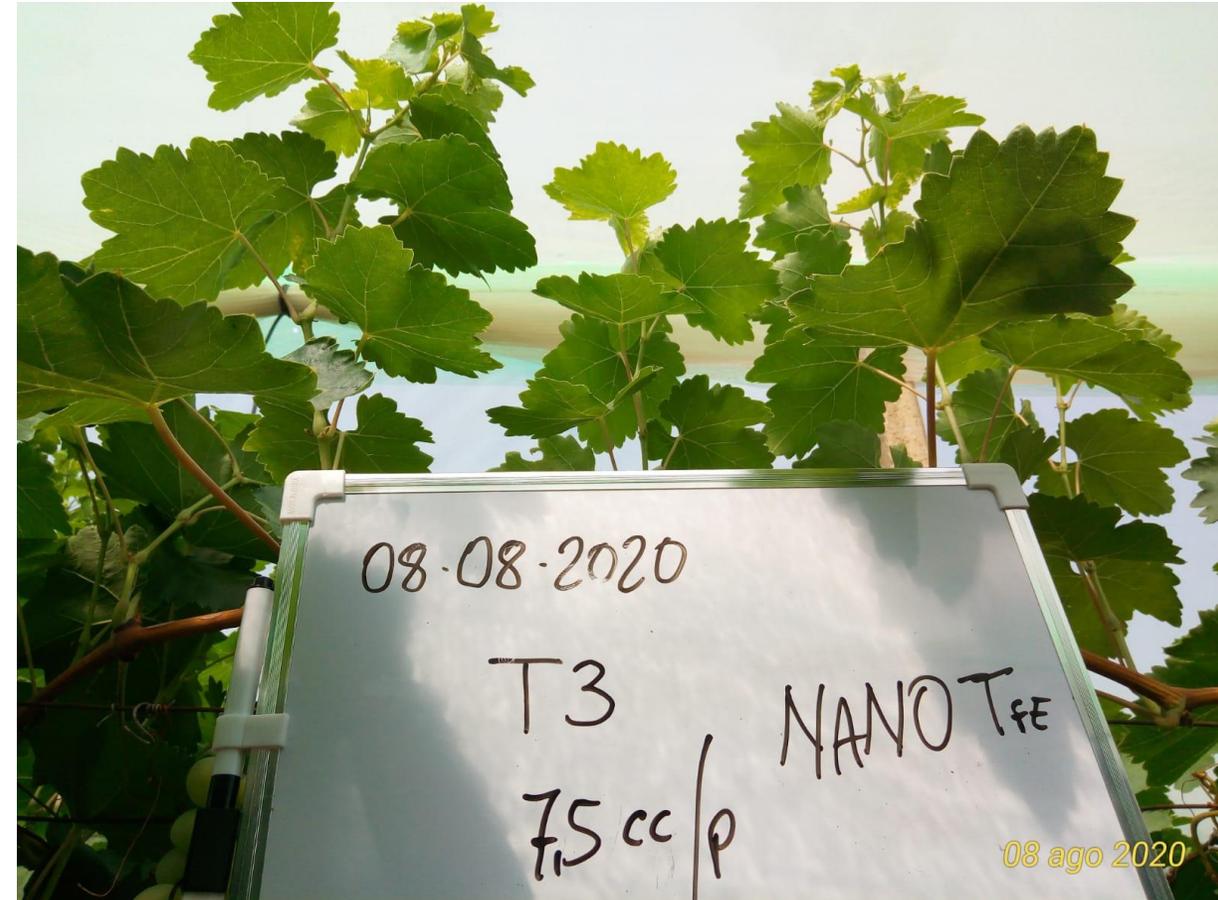


Confronto testimone vs Nano.T Fe - 8 agosto 2020

Solo ferro in autunno 2019



ferro autunno 2019 + Nano.T Fe 7,5 cc/pianta



Confronto testimone vs Nano.T Fe - 8 agosto 2020

Solo ferro in autunno 2019



ferro autunno 2019 + Nano.T Fe 2,5 cc/ pianta



Confronto testimone vs Nano.T Fe - 8 agosto 2020

ferro in autunno 2019 + Ferrilene T. 60g/pianta ferro autunno 2019 + Nano.T Fe 7,5 cc/ pianta



Conclusioni

- Nessun problema riscontrato nella fase di solubilizzazione ed iniezione nell'impianto di fertirrigazione, alle condizioni operative aziendali.
- Risposta positiva delle piante con emissione di nuove fogliole prive di carenza o comunque riduzione della carenza anche nelle situazioni più critiche.
- L'agricoltore ha constatato una diminuzione generale del livello di clorosi del vigneto, rispetto agli anni precedenti.
- Somministrazioni al germogliamento e pre fioritura, avrebbero indubbiamente generato risultati migliori

Dosaggi consigliati di applicazione

- Terreni con alto contenuto di calcare attivo > 15% e IPC >36
 - Eseguire interventi di 5-10 kg ha
 - Apertura gemme
 - Fioritura
 - Dopo allegagione
 - Dopo la raccolta prima della caduta delle foglie (autunno)
- In terreni con basso contenuto di calcare attivo e con basso ICP <5
 - Eseguire interventi di 5-7 kg ha
 - Apertura gemme
 - Dopo allegagione



NANO.T Fe 2.0

Soluzione di concime a base di ferro (Fe)

Ferro (Fe) totale	3,0%
Ferro (Fe) solubile in acqua	2,0%
Ferro (Fe) nano (60%<100nm)	1,0%
pH	1.1



NANO.T Fe BIO



Soluzione di concime a base di ferro (Fe) consentito in agricoltura biologica

Ferro (Fe) solubile in acqua	2,0%
pH	3.0



NANO.T NPK

Soluzione di concime NPK con ferro (Fe) 6.3.6

Azoto (N) totale	6,0%
Azoto (N) ureico	6,0%
Fosforo (P2O5) totale	5,0%
Fosforo (P2O5) solubile in acqua	3,0%
Potassio (K2O) solubile in acqua	6,0%
Ferro (Fe) totale	2,1%
Ferro (Fe) solubile in acqua	0,5%
Ferro (Fe) nano (60%<100nm)	2,1%
pH	1.7

Grazie per l'attenzione

giuseppe.ciuffreda@fcpcerea.it

giovanni.totoro@tiscali.it

per maggiori informazioni

www.nanot.eu

www.fcpcerea.it

Grazie a Vittorio Todaro che ha ospitato la prova





Grazie per l'attenzione!