

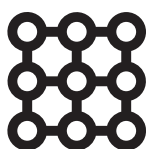
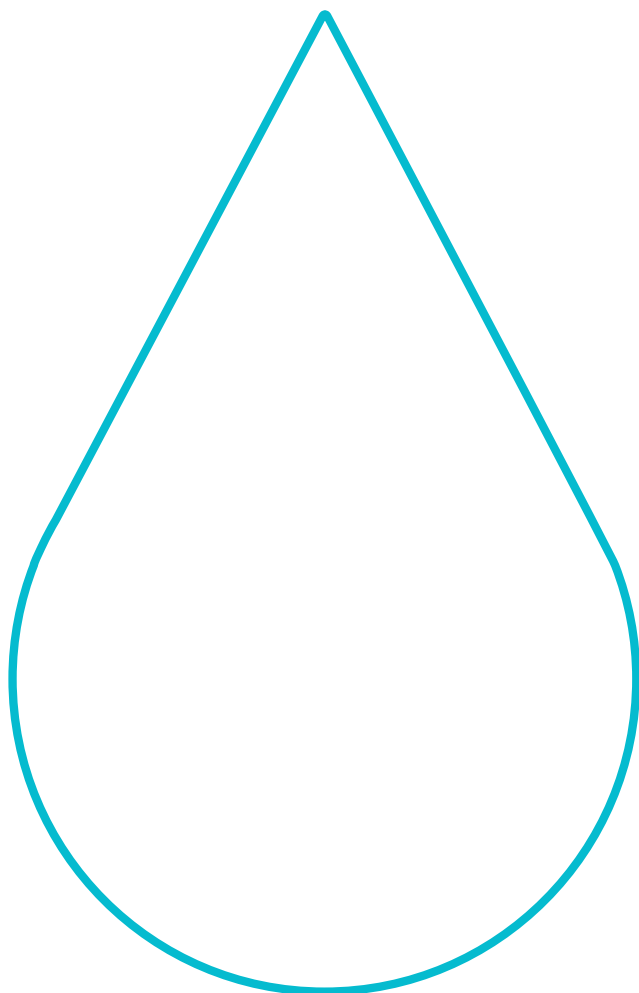
Nano.T[®] CaPO

Qualità e conservabilità dei frutti
grazie al **nano-calcio**



FABBRICA
COOPERATIVA
PERFOSFATI
CEREALIA

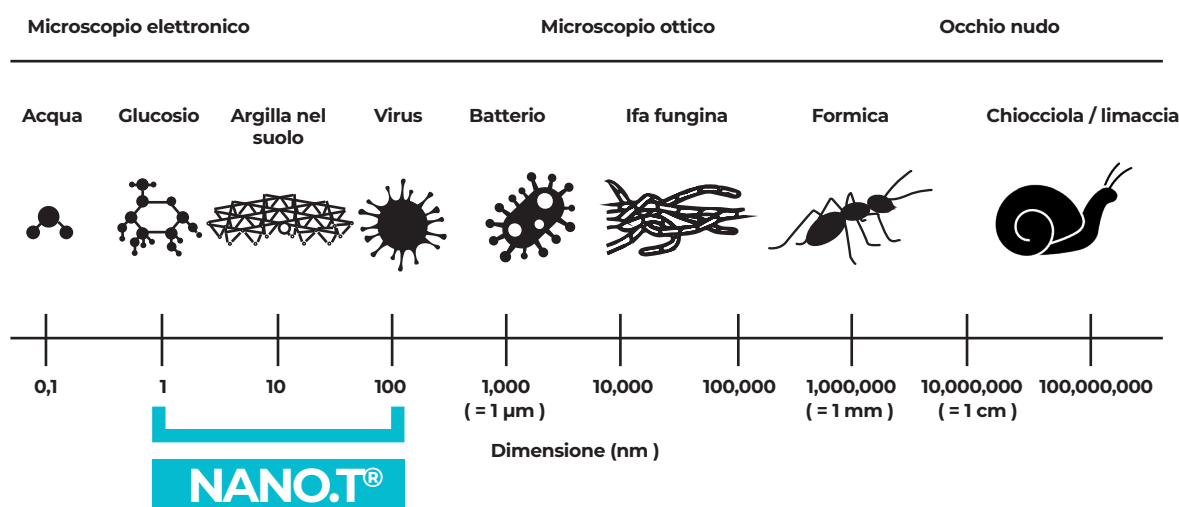
Agricoltura tradizionale
e progetti tecnologici innovativi:
la **Nanonutrizione** vegetale



NANO.T®

La tecnologia
che consente di produrre
nano-fertilizzanti
altamente efficienti

NANO.T® è la tecnologia sviluppata e brevettata da FCP Cerea, in collaborazione con l'Università degli studi di Verona, che consente di produrre nano-fertilizzanti altamente efficienti. Le nanoparticelle costituiscono una fonte nutrizionale più facilmente disponibile rispetto allo stesso formulato di dimensioni maggiori.



1 nanometro = un miliardesimo di metro (nm = 1m x 10⁻⁹)

1. Alta efficienza

Le nanoparticelle hanno un'elevata superficie di contatto, facilitando la dissoluzione e l'assorbimento da parte della pianta, permettendo di ridurre le dosi di impiego;

2. Stabilità della formulazione

Il processo produttivo brevettato permette di ottenere una sospensione colloidale stabile nel tempo evitando fenomeni di precipitazione o di aggregazione;

3. Azione durevole nel tempo

I prodotti ottenuti con il processo NANO.T[®] possono essere impiegati nelle condizioni ambientali più difficili senza che vengano alterate le loro caratteristiche;

4. Basso impatto ambientale

I nano fertilizzanti non essendo dilavabili nel terreno ed avendo la capacità di aderire alla foglia non si disperdono nell'ambiente richiedendo un limitato numero di applicazioni;

5. Tecnologia innovativa brevettata

La tecnologia NANO.T[®] è un'innovazione frutto della collaborazione tra il reparto ricerca e sviluppo di FCP Cerea e del dipartimento di Biotecnologie dell'Università degli studi di Verona.

6. Elevata miscibilità

I prodotti della linea NANO.T sono miscibili con erbicidi, fungicidi, insetticidi e fosfiti.



NANO.T CaPO è un fertilizzante liquido contenente calcio ad alta efficienza che grazie alla formulazione colloidale di nanoparticelle si distribuisce uniformemente sulla pianta ed è poco dilavabile. Il calcio viene rapidamente assorbito e veicolato ai frutti contribuendo a migliorarne la qualità e la conservabilità. **NANO.T CaPO** previene e cura le carenze di calcio (marciume apicale, cracking, buttermatura amara, tipburn) e contribuisce a rinforzare i tessuti vegetali.

Elevata efficacia a basso dosaggio le nanoparticelle hanno un'elevata superficie di contatto e si distribuiscono uniformemente sulla superficie fogliare facilitandone l'assorbimento

Persistente sulla foglia la formulazione in sospensione colloidale permette una migliore adesivazione alle cere fogliari

Facilmente impiegabile poichè è miscelabile con i principali prodotti fitosanitari

Composizione e titolo

Fosforo (P ₂ O ₅)	Potassio (K ₂ O)	Calcio (CaO)
4%	5,5% ⁽¹⁾	4,5% 2% ⁽¹⁾

(1) Solubile in acqua



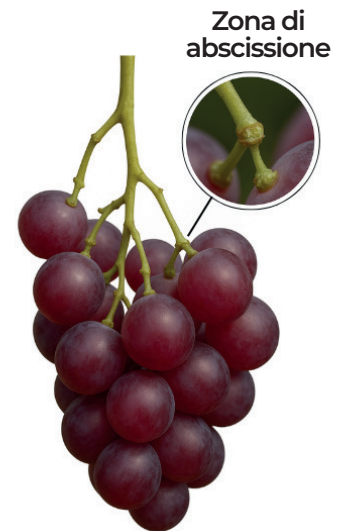
Efficacia del Nano-calcio nell'uva da tavola: Un valido alleato per aumentare la conservabilità e contenere il distaccamento degli acini

L'uva da tavola, nel post raccolta, è altamente suscettibile al distaccamento degli acini, specialmente durante le **fasi di conservazione e trasporto**.

Questo è un processo fisiologico associato alla senescenza e può essere innescato da vari fattori come variazioni del fotoperiodo, ferite, attacchi di patogeni e stress idrico.

Gli ormoni, in particolare **auxina** ed **etilene**, svolgono un ruolo cruciale nella regolazione dell'abscissione.

Il processo di distacco è mediato da cellule specializzate situate nella zona apicale (**zona di abscissione - AZ**), un gruppo distinto di cellule in grado di percepire il segnale di abscissione e avviare il distacco dell'organo.



L'importanza del nano-calcio

Il **calcio** non funge solo da componente strutturale (per la crescita e lo sviluppo della pianta), ma svolge un ruolo vitale nel preservare la parete cellulare e nell'influenzare positivamente il processo di distacco nella zona di abscissione.

Il calcio contribuisce a migliorare la compattezza ed elasticità dei tessuti, permettendo al frutto di conservarsi anche a seguito di manipolazioni, trattamenti di freddo, presenza di patogeni e di raggiungere una maggiore durata in post raccolta.

La sua carenza si manifesta con alterazioni fisiologiche che influiscono sulla qualità e sulla commercializzazione del prodotto finale.

Il cloruro di calcio in forma tradizionale è poco mobile all'interno della pianta. Viene assorbito dalle radici e, attraverso i vasi xilematici tende a fermarsi sulle foglie interessate dalla fotosintesi, raggiungendo solo in piccola parte i frutti attraverso la traspirazione. Se applicato sulle foglie tende a bloccarsi sulla loro superficie.

Il nano calcio, attraverso le applicazioni fogliari, ha invece la capacità di entrare in maniera sistemica nella pianta, venendo direttamente assorbito dai frutti o trasportato fino a questi attraverso i vasi floematici.

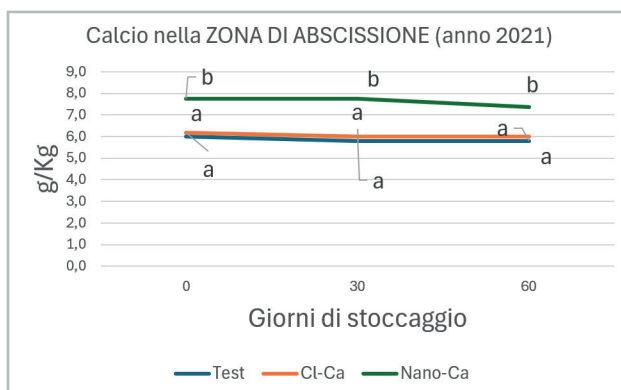
Test effettuato su uva “Thompson Seedless” (apirena) nel 2020 e 2021*

Con questo test si sono voluti dimostrare in maniera empirica gli effetti del nano calcio nella fase di post raccolta dell’uva da tavola, in particolare per quanto riguarda il distacco degli acini e la loro conservabilità.

Sono state messe a confronto due differenti strategie: una con **nano-calcio** (nano-Ca) e una con **cloruro di calcio** in forma tradizionale irrorando 2 settimane prima della raccolta. Sono stati poi analizzati i risultati in 3 momenti diversi: alla raccolta, dopo 30 gg e dopo 60 gg.

I dati riportati sono relativi al solo anno 2021 in quanto analoghi a quelli dell’anno precedente, allo scopo di rendere più semplice la fruizione del testo; i grafici rappresentano un riadattamento rispetto alla fonte.

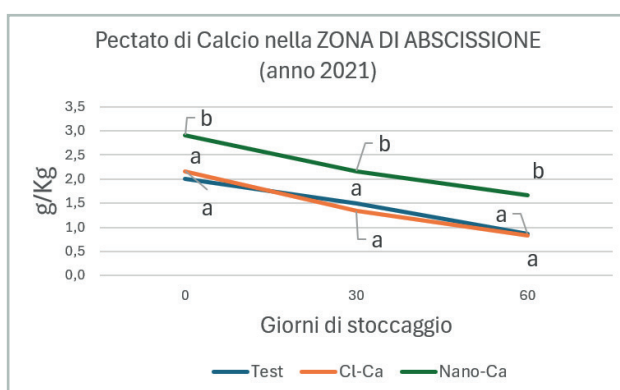
Contenuto di calcio nella zona di abscissione



Dalla *Figura 1* si può vedere che il contenuto di calcio nella zona di abscissione è costantemente superiore in caso di applicazione di **nano-calcio**.

Figura 1 - Contenuto di calcio nella zona di abscissione. Lettere diverse indicano differenze significative (P ≤ 0,05).

Uno dei compiti principali del calcio nella pianta è quello di formare pectati, ossia composti chimici che compongono la parete delle cellule vegetali. La presenza di **pectato di calcio nella zona di abscissione** ne rafforza la struttura, rallentando il possibile collasso strutturale delle cellule a causa di alterazioni fisiologiche.



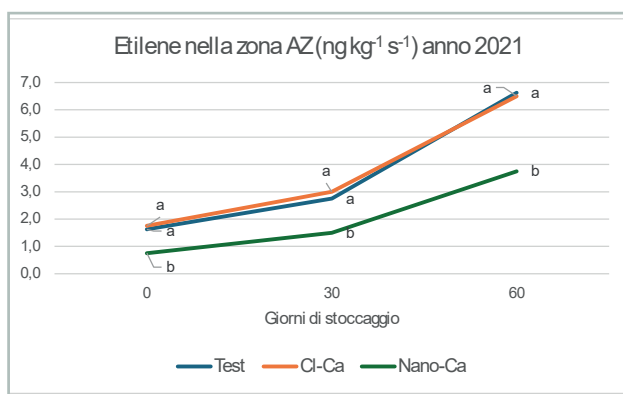
Dal test condotto sull’uva Thompson Seedless (*Figura 2*) si può notare che il contenuto di pectato di calcio nella zona di abscissione risulta essere nettamente superiore a seguito dell’**applicazione di nano-Ca**. Questo vuol dire che i grappoli trattati con il nano-Ca avranno presenteranno una maggiore resistenza al distacco.

Figura 2 - Contenuto di pectato di calcio nella zona di abscissione. Lettere diverse indicano differenze significative (P ≤ 0,05).

Tasso di produzione di etilene nella zona di abscissione

Dal test effettuato si può notare come, dopo la raccolta, la produzione di etilene aumenta costantemente, ma in caso di applicazione di Nano-Ca tale quantità risulta essere comunque più bassa rispetto all'applicazione di Cl-Ca e al gruppo di controllo (Figura 3).

Da tali risultati si può evincere che l'uso di nano-Ca ha provocato una notevole riduzione della produzione di etilene



L'**etilene** è un ormone endogeno che ha degli effetti cruciali sullo sviluppo dei frutti, sulla maturazione (invecchiamento) della pianta e sul relativo punto di abscissione. Il calcio va a regolare la produzione di etilene riducendo la propensione al distacco degli acini.

Figura 3 - Contenuto di etilene nella zona di abscissione. Lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0,05$).

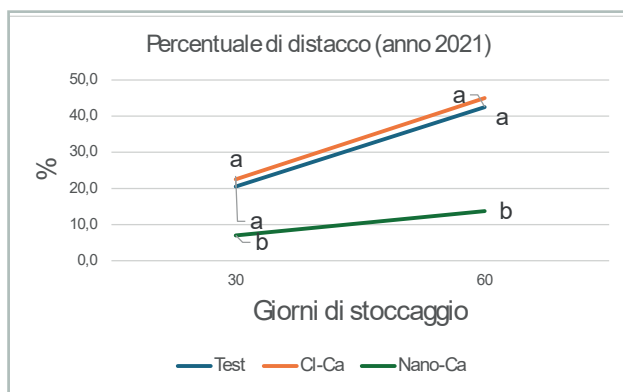


Figura 4 - Percentuale di distacco nella zona di abscissione. Lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0,05$).

Percentuale di distacco

La percentuale di distacco degli acini aumenta gradualmente nel tempo, per tutti e tre i gruppi, ma tale incremento è più ridotto nel caso di applicazione di **Nano-Ca** (Figura 4).

Contenuto di calcio nel rachide e nel frutto

Nella *Figura 5* si può vedere che, a seguito dell'applicazione fogliare di nano-calcio, il contenuto di quest'ultimo nel rachide e nel frutto è superiore.

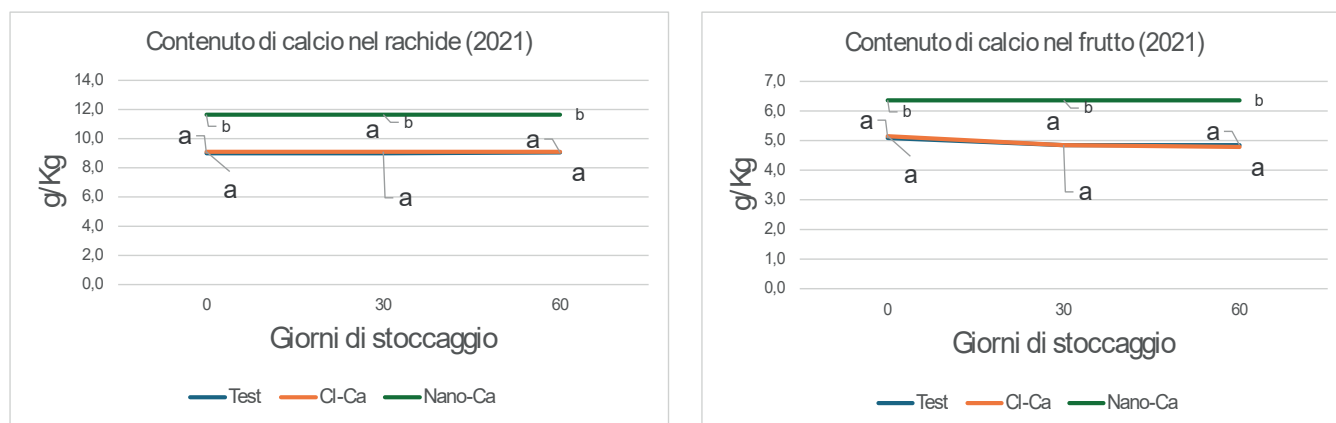


Figura 5 - Contenuto di calcio nel rachide e nel frutto. Lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0,05$).

Anche la produzione di **etilene** nel rachide e nel frutto risulta essere inferiore nel testimone trattato con nano-calcio (*Figura 6*):

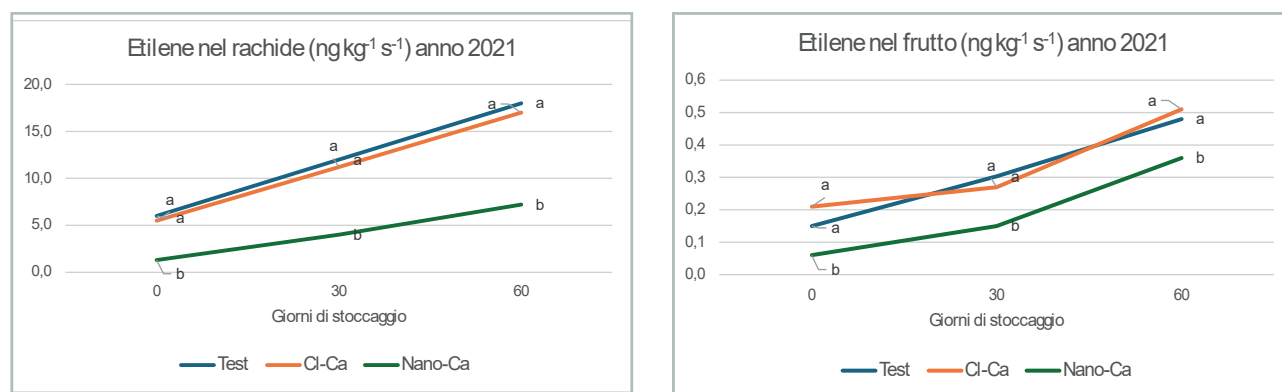


Figura 6 - Produzione di etilene nel rachide e nel frutto. Lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0,05$).

L'applicazione del nano-calcio contribuisce quindi in maniera significativa alla maggiore consistenza e durezza dei frutti. La minore produzione di etilene porta ad una quantità più bassa di pectine idrosolubili, contribuendo quindi alla compattezza degli acini.

Considerazioni finali

■ **Aumento del contenuto di calcio** negli acini, nel rachide e nella zona di abscissione. Questo perchè il nano-Ca, comparato con i tradizionali fertilizzanti a base di calcio, è più facilmente assorbibile dalla pianta.

■ **Inibizione della produzione di etilene indotta dal contenuto di calcio**

■ **Incremento del contenuto di pectati di calcio**

■ Mantenimento di una **bassa percentuale di distacco** degli acini

■ **Maggiore durezza e conservabilità** dei frutti dopo la raccolta

**Mingtao Zhu et.al. (2024). Preharvest Nano-calcium Reduces the Table Grape Berry Abscission by Regulating Ethylene Production During Storage. Journal of Plant Growth Regulation 43:1400-1409*



Efficacia del Nano-calcio nelle nettarine: Allevia le spaccature dei frutti e migliora dolcezza e conservabilità

La **nettarina**, rispetto alla pesca, è soggetta a spaccature ovvero al cosiddetto **cracking**, fenomeno frequente anche in altre colture quali l'uva, la ciliegia e il melograno.

In alcuni casi i **principali fattori che incidono su questo fenomeno** sono strettamente di tipo fisico (sbalzi repentini di temperatura o di quantità di acqua all'interno dei frutti, in altri casi la causa sembra legata a una elevata quantità di **acido abscissico (ABA)** contenuta nel pericarpo. Sulle varietà meno tolleranti, e che quindi naturalmente tendono ad avere più ABA si cerca di **inibire tale acido con trattamenti fogliari di auxine e gibberelline**.



L'importanza del nano-Ca

Tra gli elementi minerali il più determinante per contrastare il fenomeno del cracking è senz'altro il **calcio** che in forma di pectato di calcio va a contribuire alla struttura della **lamella mediana**.

Diversi studi hanno dimostrato che **un maggior quantitativo di calcio nel pericarpo (buccia) corrisponde ad una minore probabilità di spaccature nel frutto**. Tale circostanza può essere indotta anche tramite trattamenti fogliari a base di formulati di calcio i quali contribuiscono a ispessire la buccia e a limitare l'azione di alcuni enzimi la cui attività deteriora le pectine.

Cos'è la lamella mediana?

È un sottile strato di consistenza gelatinosa presente tra le pareti cellulari adiacenti delle cellule vegetali ed è composto principalmente da pectine che svolgono la funzione di legare tra loro le cellule.

In questo contesto l'utilizzo di **nano-Ca** (nutrienti di dimensioni comprese tra 1 e 100 nm) è particolarmente interessante in quanto **le piccole dimensioni delle particelle rendono questi fertilizzanti molto attivi e facilmente assorbibili e traslocabili all'interno della pianta**.

Test effettuato su nettarine nel 2020 e 2021*

Lo studio ha lo scopo di svelare in termini analitici il ruolo del nano-Ca nella riduzione delle spaccature nelle nettarine e per questo è stata utilizzata una varietà particolarmente sensibile a questo fenomeno.

Lo studio si è svolto nel 2020 e ripetuto l'anno successivo su due tesi (per tre repliche) ciascuna di 9 piante coltivate nelle stesse condizioni, nella prima sono stati applicati per via fogliare a 20 e 30 giorni dopo la fioritura (GDF), 0,5 g Ca/L di nano-Calcio, nell'altra tesi solo acqua distillata.

Venti frutti, venti foglie e 20 g di floema del fusto sono quindi stati selezionati casualmente dai nove alberi delle due tesi a 35, 45 e 60 giorni dalla fioritura per analizzarne i tessuti delle foglie, della buccia e della polpa dei frutti e del floema.

I dati riportati sono relativi al solo anno 2021 in quanto analoghi a quelli dell'anno precedente, allo scopo di rendere più semplice la fruizione del testo; i grafici rappresentano un riadattamento rispetto alla fonte.

Effetti sul cracking

Lo studio che segue dimostra che il **nano-Ca limita il cracking in misura molto maggiore rispetto al calcio standard** (circa il 5% contro quasi il 30%) e questo lo rende una soluzione molto interessante per tutti i coltivatori (Figura 1).

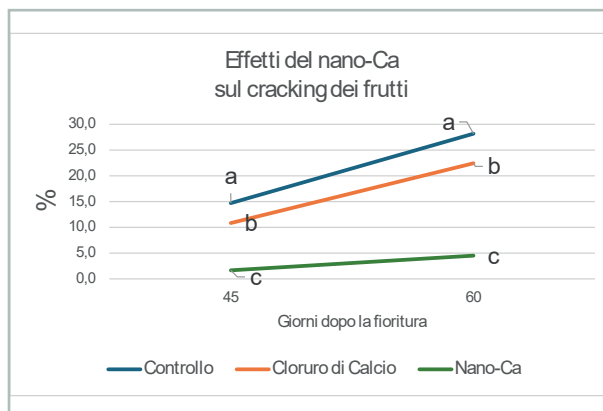


Fig. 1. Effetti del trattamento con cloruro di calcio e nano-Ca sulla spaccatura dei frutti di nettarina. I dati sono le medie \pm ES di tre repliche. Lettere diverse indicano differenze significative ($P \leq 0,05$).

Contenuto di calcio nella buccia

Dalle Figure 2 e 3 si può osservare che **il trattamento con nano-Ca ha aumentato il contenuto di calcio nella buccia**, e anche il pectato di calcio nella buccia è aumentato significativamente ($P \leq 0,05$).

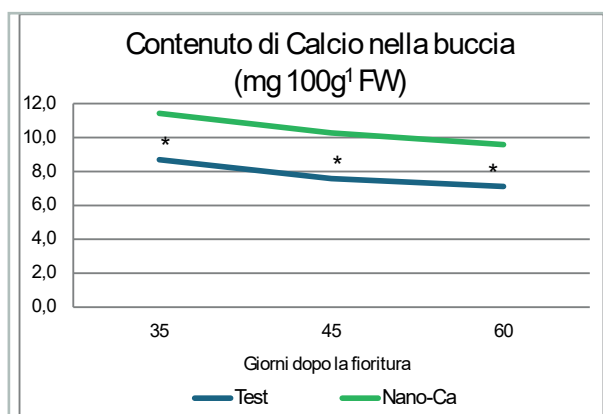
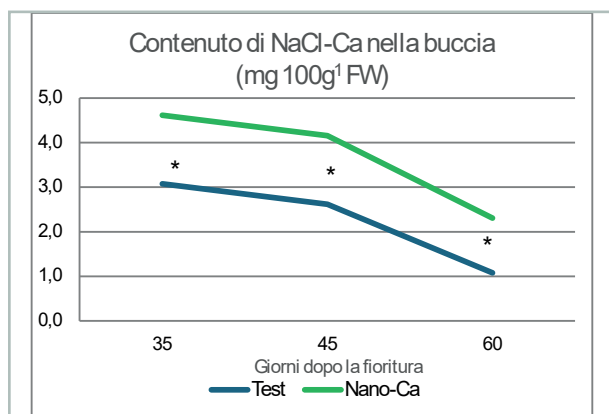


Figura 2 - Effetto del trattamento con nano-Ca sul contenuto di calcio nella buccia dei frutti e sul contenuto di pectato di calcio nella buccia nel 2021. I dati sono le medie \pm ES di tre repliche. * Gli asterischi rappresentano differenze significative ($P \leq 0,05$).

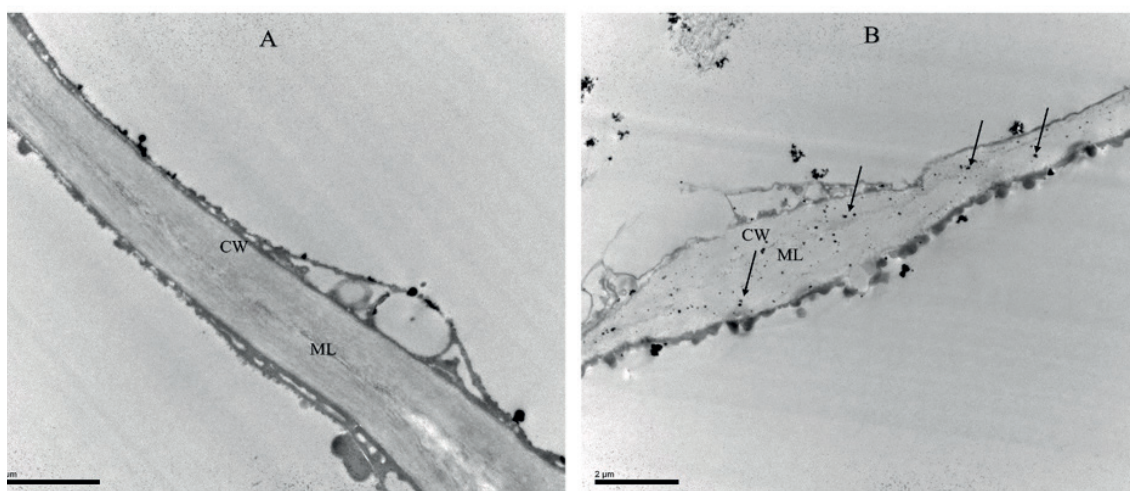


Figura 3 - Controllo (A) e trattamento con nano-Ca (B). Le frecce nere indicano i depositi di calcio presenti nella campione trattato. CW, parete cellulare; ML, lamella mediana.

Se si osservano le pectine, i **contenuti delle due meno solubili (SSP e CSP) nella buccia trattata con nano-Ca sono significativamente più elevati** rispetto a quelli del controllo, **mentre il contenuto della pectina idrosolubile (WSP) è inferiore a quello del controllo.**

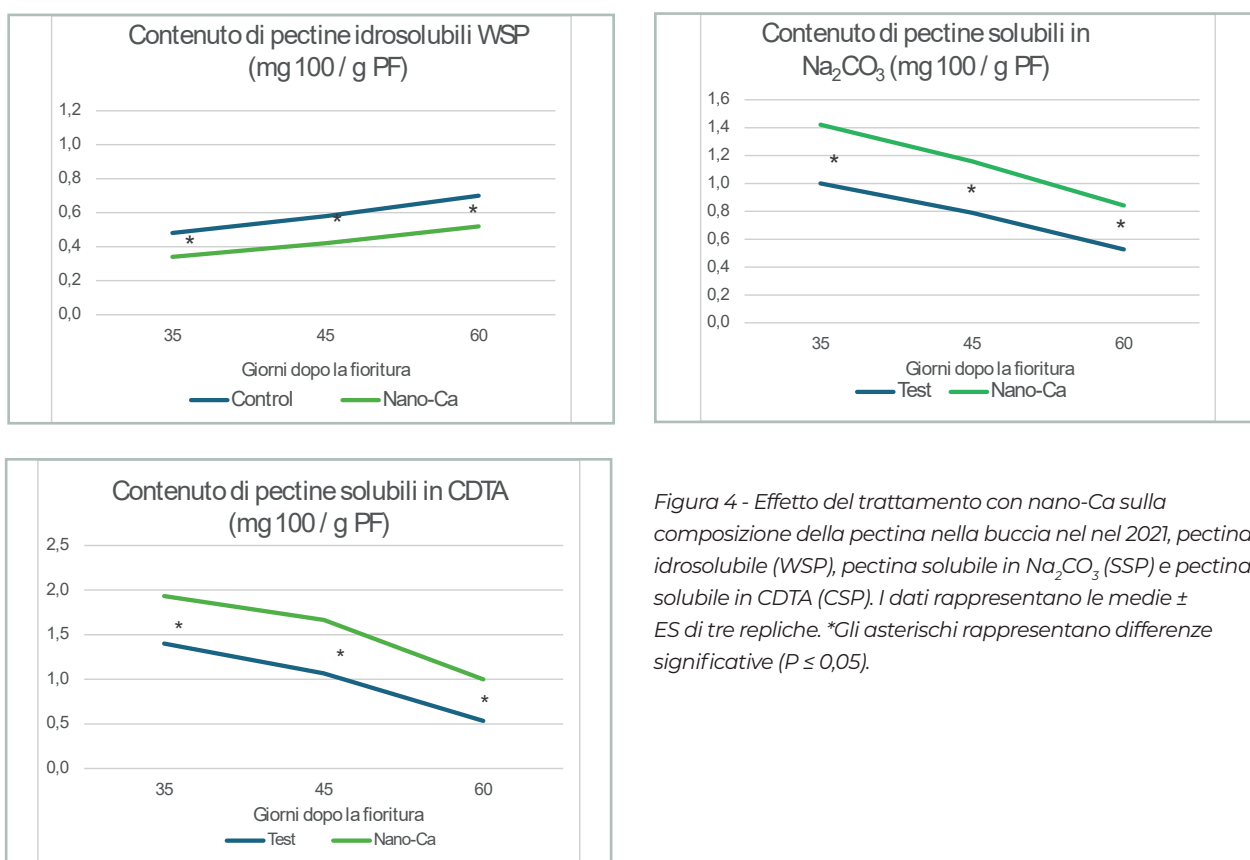


Figura 4 - Effetto del trattamento con nano-Ca sulla composizione della pectina nella buccia nel nel 2021, pectina idrosolubile (WSP), pectina solubile in Na₂CO₃ (SSP) e pectina solubile in CDTA (CSP). I dati rappresentano le medie ± ES di tre repliche. *Gli asterischi rappresentano differenze significative (P ≤ 0,05).

Incidenza sulla qualità dei frutti

Nei primi 45 GDF i trattamenti di calcio contribuiscono anche ad aumentare l'attività della calmodulina, una proteina fondamentale nei processi di segnalazione intracellulare che coordina una vasta gamma di funzioni cellulari, tra cui la sintesi degli zuccheri e quella degli antociani che contribuiscono alla colorazione dei frutti.

L'incidenza del nano-Ca è significativa, infatti, anche per la qualità dei frutti. La tabella mostra infatti una maggiore quantità di zucchero (dolcezza del frutto) e di vitamina C (Vc) che svolge funzioni metaboliche e antiossidanti (fig.5)

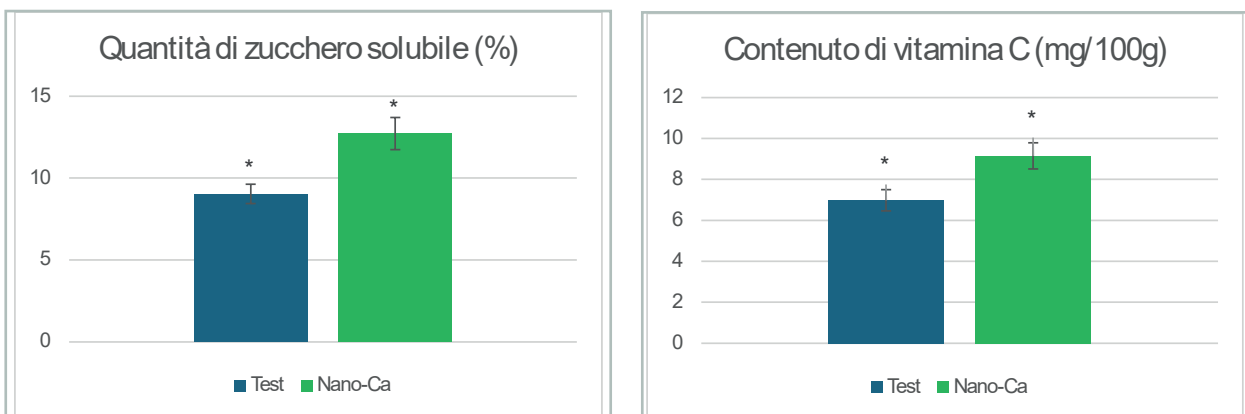


Figura 5 - Quantità di zucchero e di Vitamina C nei frutti

A 60 GDF anche la **consistenza del frutto trattato con nano-Ca è risultata significativamente superiore a quello del controllo** ($P \leq 0,05$) (fig.6).

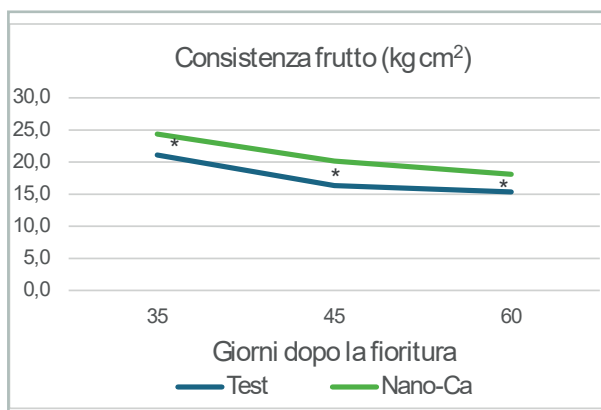


Figura 6 - Effetto del trattamento con nano-Ca sulla consistenza del frutto misurata con un penetrometro. I dati sono le medie \pm ES di tre repliche. *Gli asterischi rappresentano differenze significative ($P \leq 0,005$).

Conclusioni

La ridotta spaccatura della frutta è strettamente legata alla presenza di calcio e, più nello specifico, alla formazione di pectato di calcio nella lamella mediana delle pareti cellulari della buccia; la lamella mediana svolge un ruolo importante nell'aumentare le connessioni tra le cellule, il che migliora l'elasticità della buccia e riduce la possibilità di spaccature della frutta.

Lo studio ha rivelato che il numero di particelle di calcio nella lamella mediana era significativamente più alto rispetto a quello del controllo.

Si è inoltre osservato che il calcio riduce la permeabilità della membrana cellulare e impedisce alla buccia di assorbire troppa acqua.

Dallo studio si è infatti evidenziato un fenomeno particolarmente interessante: **le cellule della buccia trattate con nano-Ca sono disposte in modo più regolare e compatto** (Figura 7), il che potrebbe essere un'altra ragione per cui si previene la spaccatura della frutta.

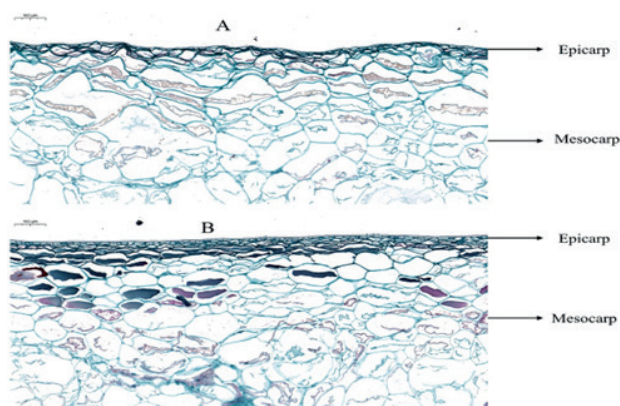


Fig. 7. Osservazione della microstruttura della buccia a 45 DAFB nel 2021. Controllo (A) e trattamento con nano-Ca (B). In B la buccia si mostra più regolare e compatta

I dati hanno inoltre rivelato che il **nano-Ca** può migliorare l'attività della calmodulina nelle foglie e promuovere la sovra-regolazione di geni chiave nella sintesi del saccarosio e nel trasporto dello stesso nel floema, **augmentando significativamente il contenuto di zuccheri solubili nei frutti.**

Tutto questo unito a una migliore consistenza dei frutti determina una qualità e una conservabilità superiori.

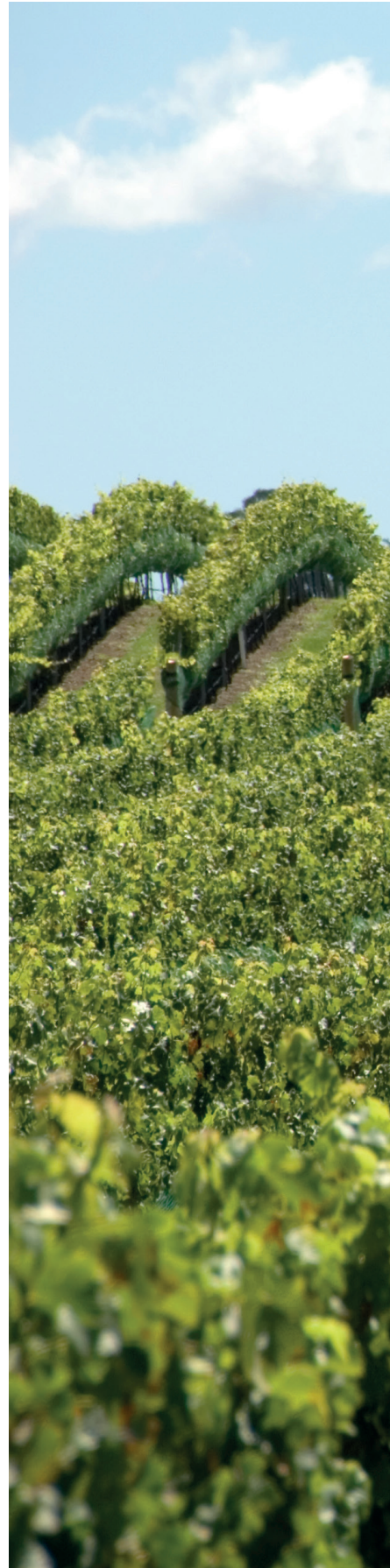
* Mingtao Zhu et.al. (2023) Nano-calcium alleviates the cracking of nectarine fruit and improves fruit quality. *Plant Physiology and Biochemistry* 196 (2023) 370–380. Grafici riadattati dall'autore.

NANO.T

La tecnologia brevettata da FCP Cerea, che consente di produrre nano-fertilizzanti altamente efficienti.

Sono disponibili prodotti a base di ferro, rame, calcio e zinco.

Nella gamma sono compresi anche prodotti ammessi in agricoltura biologica







CEREA FCP

Via Farfusola 6, 37050

Bonavicina di S. Pietro di Morubio (VR) – Italy

Tel. +39.045.7125911 - Fax +39.045.7125544

fpcerea@fpcerea.it - www.fpcerea.it - www.nanot.eu