



“Nano-calcio per contrastare le fisiopatie degli agrumi”

Nano.T CaPO

*Giuseppe Ciuffreda
Dipartimento Marketing e Agronomia
5 maggio 2026 Catania hotel*

Che cos'è la Nanotecnologia

Tecnologia che si occupa di strutture di lunghezza inferiore a 100 nanometri.

Definizione
vocabolario
Oxford

1 millimetro (mm) = 1 millesimo di metro (10^{-3} m)
 1 micro (μm) = 1 milionesimo di metro (10^{-6} m)
 1 nanometro (nm) = 1 miliardesimo di metro (10^{-9} m)

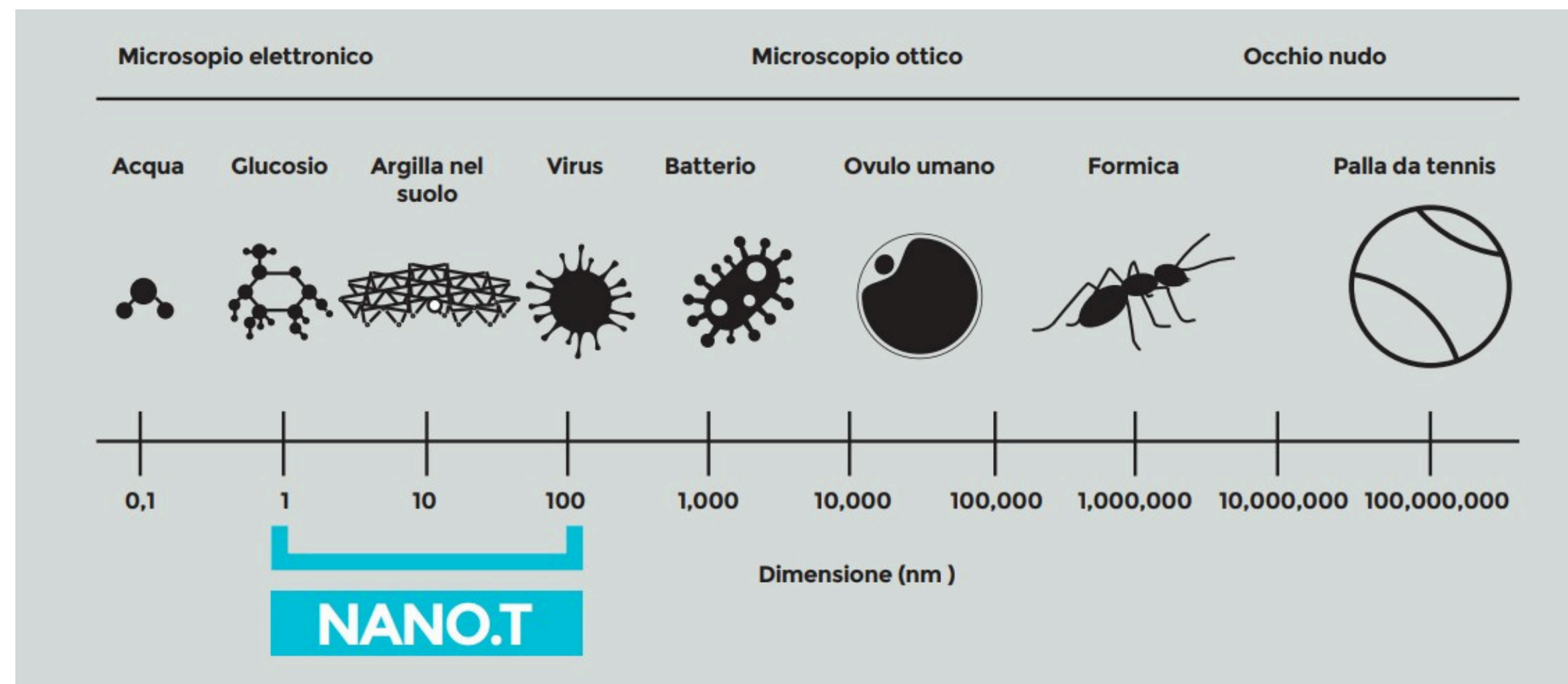


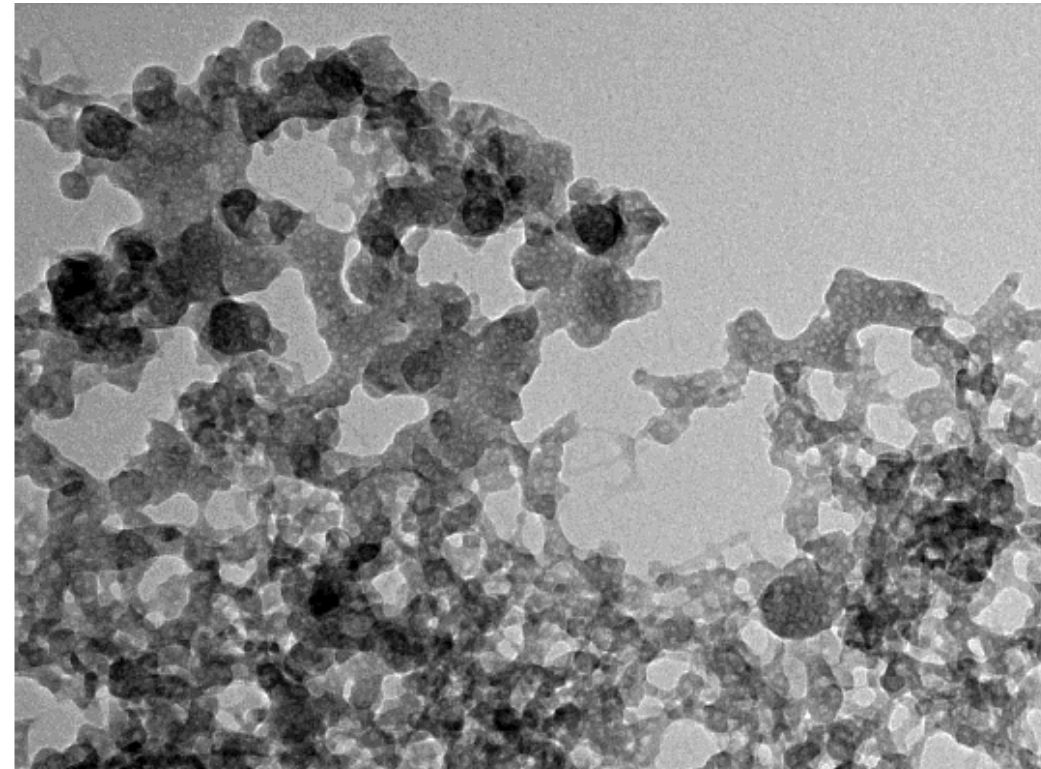
Foto Microscopio TEM Nano-calcio



21LA09814 dil. 1-100 UPW tip son. 600J_057.tif
Cal: 0.797142 nm/pix
15:25 6/1/2021

400 nm
HV=200kV
Direct Mag: 8000 x

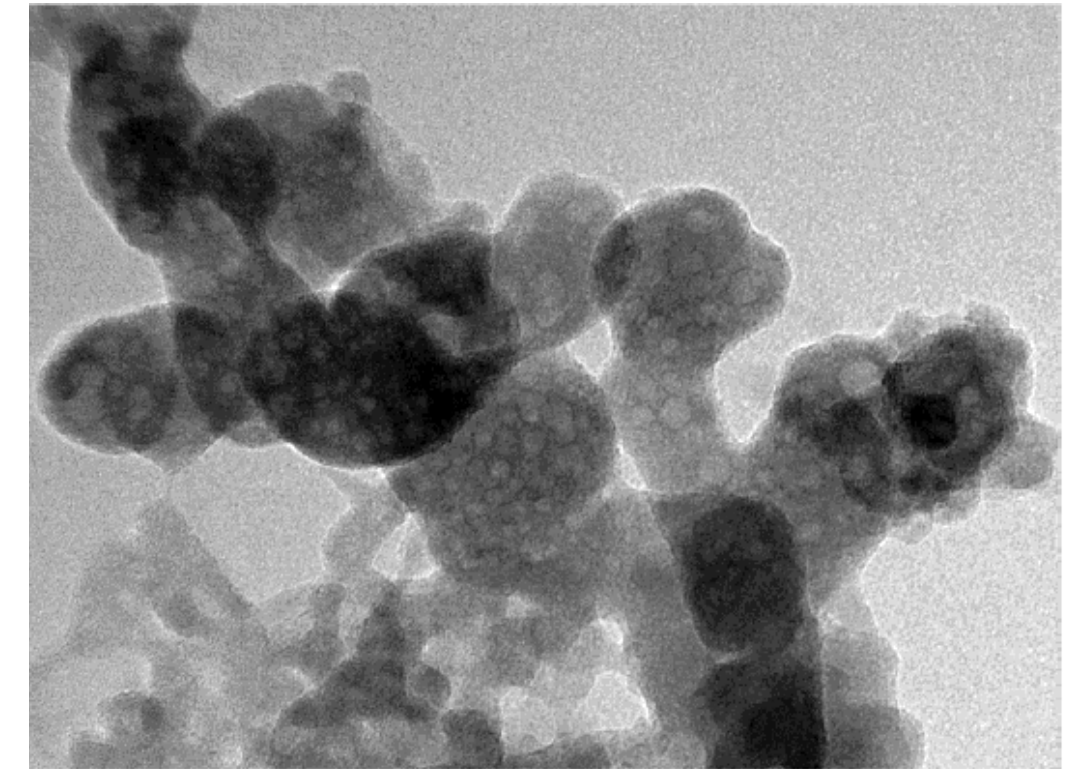
Camera: NANOSPRT12, Exposure: 400 (ms) x 5 drift frames, Gain: 20, Bin: 1
Gamma: 1.00, No Sharpening, Normal Contrast



21LA09814 dil. 1-100 UPW tip son. 600J_012.tif
Cal: 0.159543 nm/pix
13:38 5/31/2021

50 nm
HV=200kV
Direct Mag: 40000 x

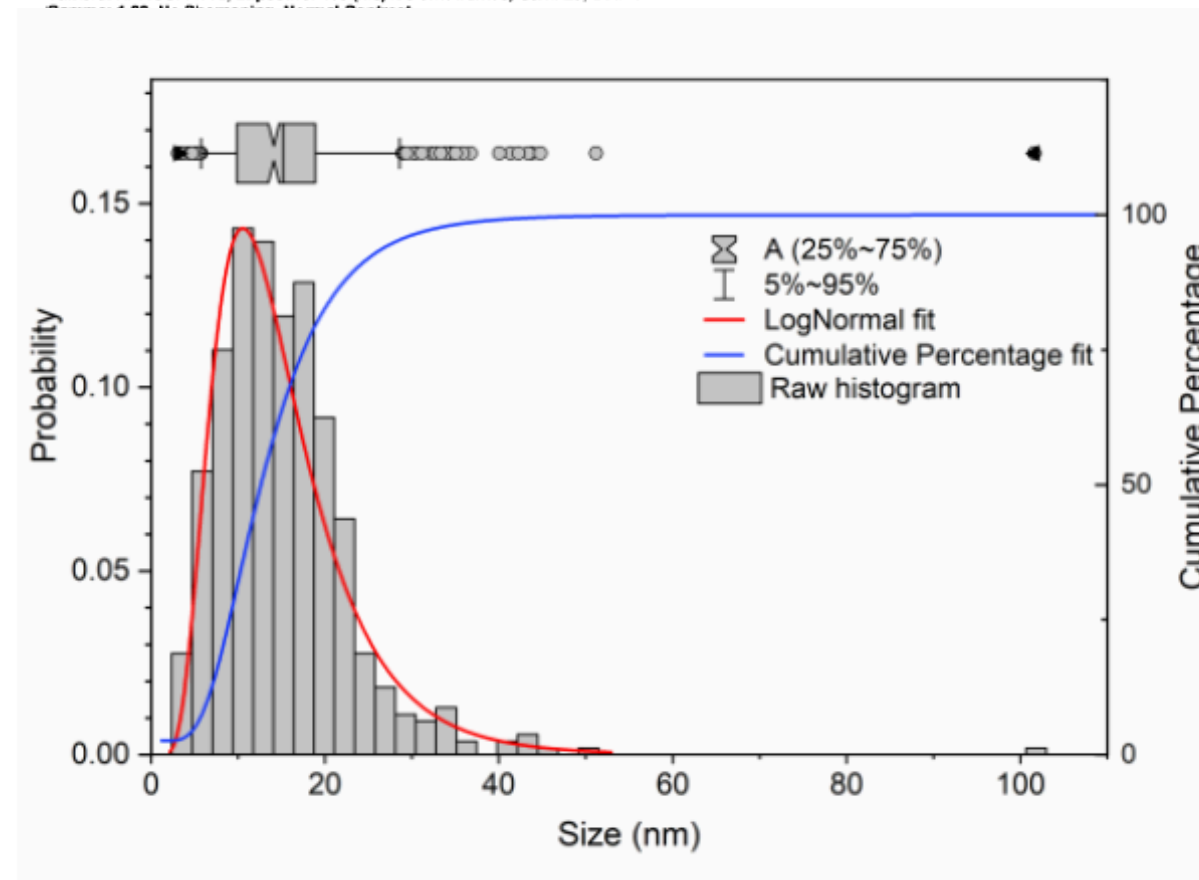
Camera: NANOSPRT12, Exposure: 400 (ms) x 5 drift frames, Gain: 20, Bin: 1



LA09814 dil. 1-100 UPW tip son. 600J_018.tif
Cal: 0.063817 nm/pix
1:44 5/31/2021

20 nm
HV=200kV
Direct Mag: 100000 x

Camera: NANOSPRT12, Exposure: 400 (ms) x 5 drift frames, Gain: 20, Bin: 1
Gamma: 1.00, No Sharpening, Normal Contrast



**90% delle
particelle sono
sotto i
23 nanometri**

Composizione NANO.T CAPO

Anidride fosforica (P_2O_5) totale	4%
Ossido di potassio (K_2O) solubile in acqua	5.5%
Ossido di calcio (CaO) totale	4.5%
pH	3.5



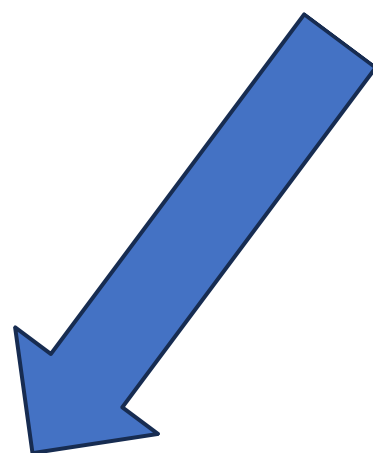
Ossido di calcio (CaO) sottoforma di nanoparticelle 2,5%
Ossido di calcio (CaO) solubile in acqua 2%

Applicazione fogliare



APPORTO DI CALCIO, MA IL VERO OBIETTIVO E'..

**Aumentare i
PECTATI di CALCIO
nella lamella
mediana**

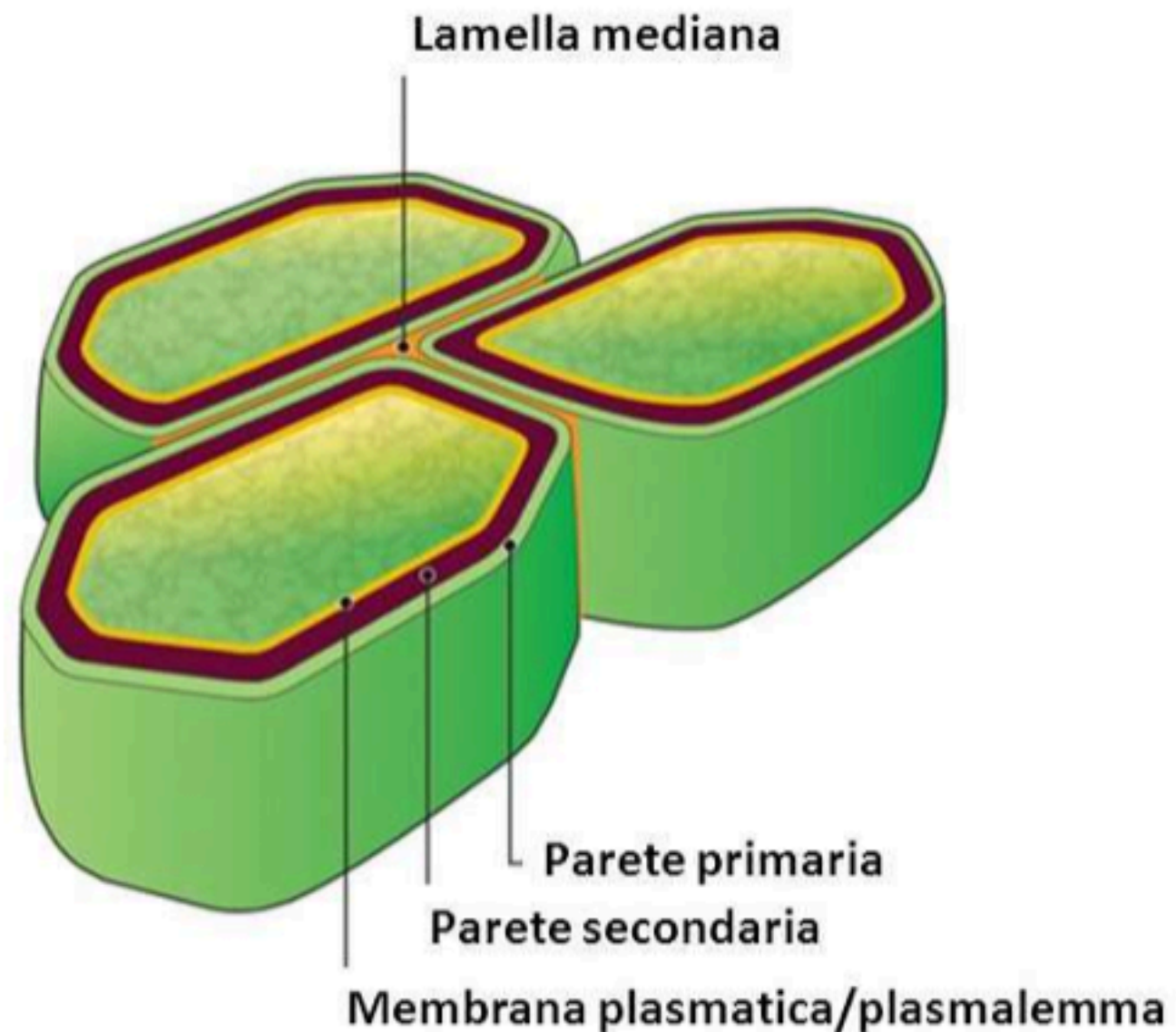


**ZONE DI
ABSCISSIONE**



**Picciolo e
BUCCIA**

LAMELLA MEDIANA



La LAMELLA MEDIANA è un sottile strato ricco di polisaccaridi (PECTINE) che si trova tra le pareti cellulari.

Zone di abscissione

Particolari aree in cui avviene il distacco di parte diverse di una pianta (foglie, fiori, frutti, semi) dalla pianta stessa

Il processo di ABSCISSIONE è controllato in particolare dalla produzione di

ETILENE, ABA, Acido Jasmonico e Auxine

Frutto: zona di abscissione e calcio

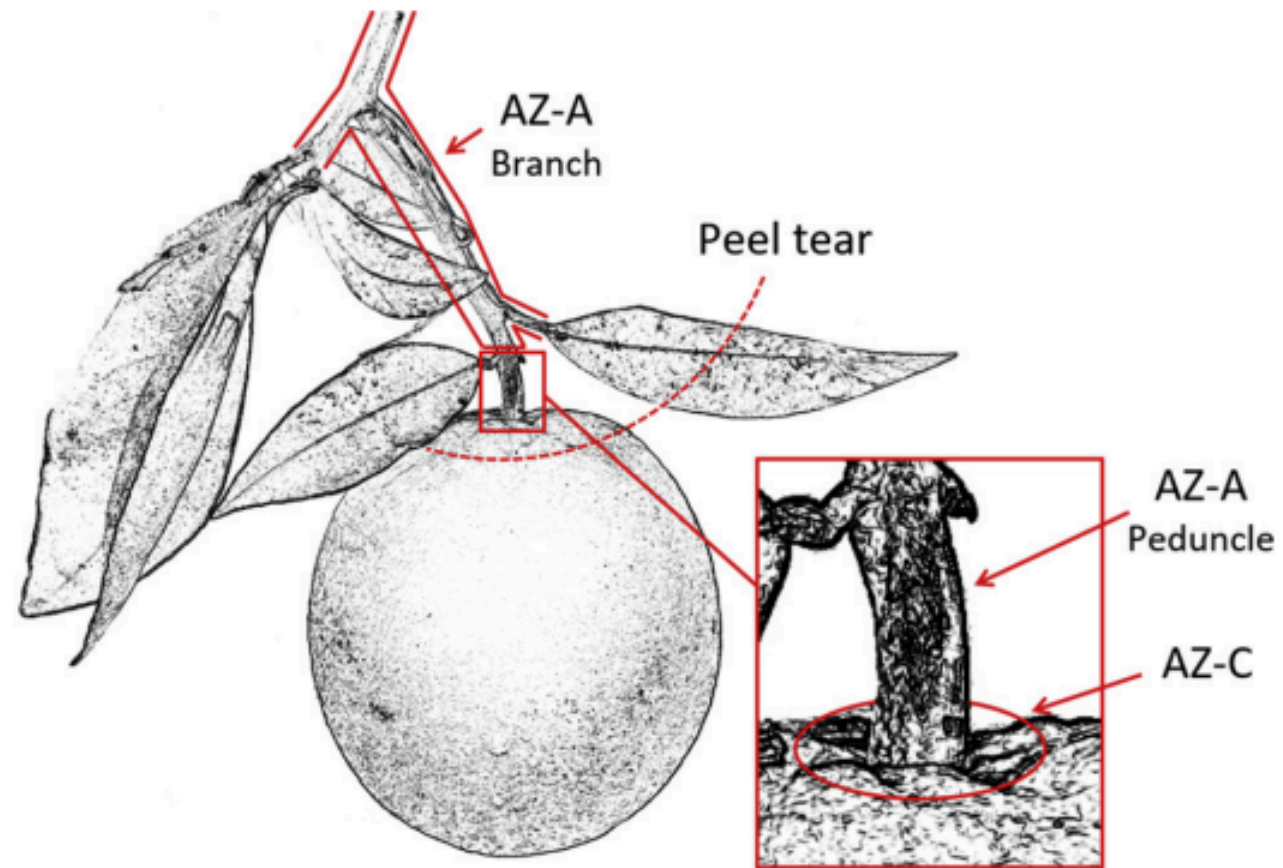


Fig. 4. Scheme of citrus fruit abscission zones (AZ) under different detachment methods.

Fonte: Aragon-Rodriguez et al. 2019

Picciolo

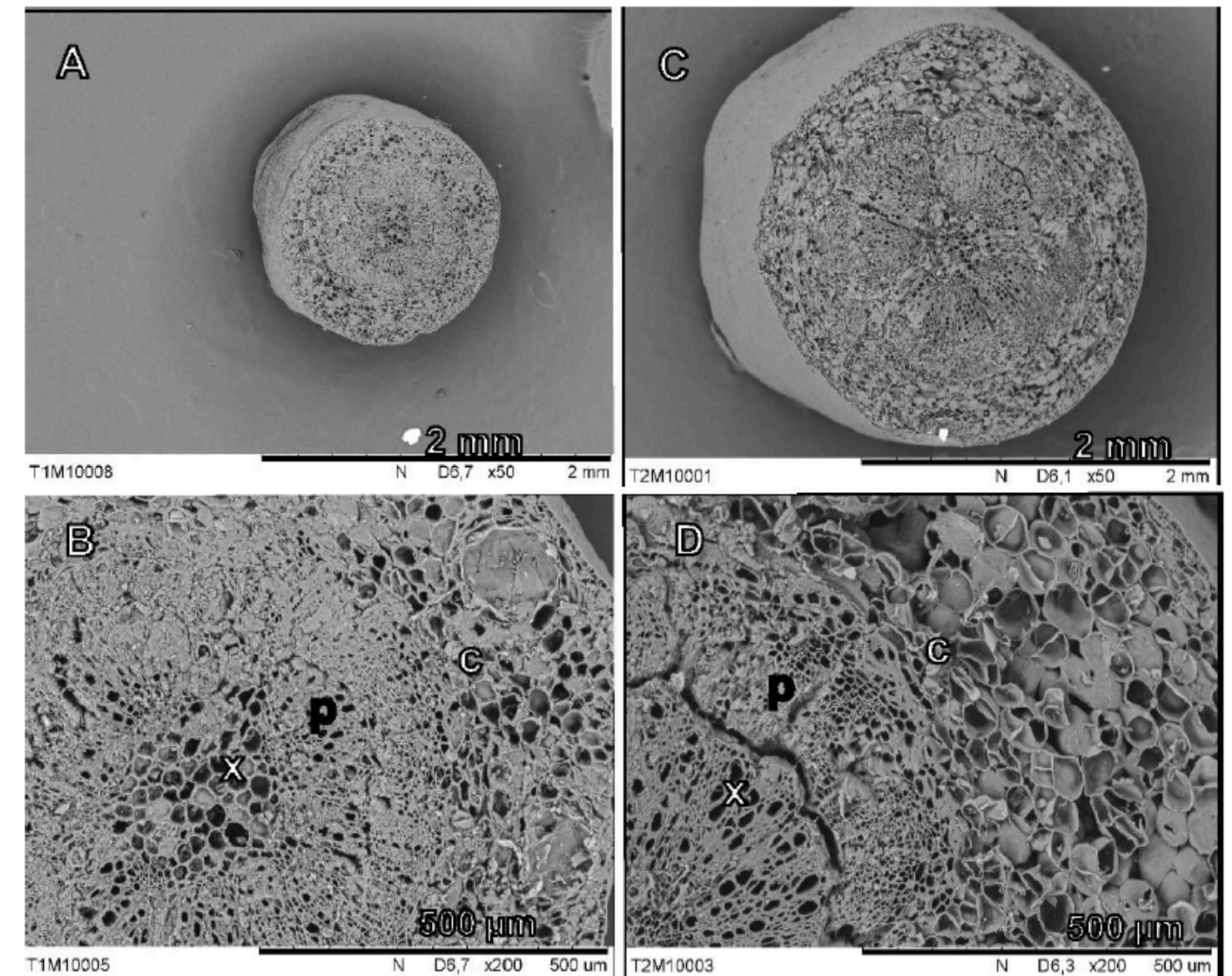


Figure 7. Pedicel cross-section ($\times 50$) of 30 DAFB (A,B) and 44 DAFB (C,D) orange fruits observed by SEM. Entire cross-sections (A,C) and magnified images ($\times 200$) (B,D) showing the xylem (x), phloem (p), and cortex (c).

Sostanza Secca (%)

Contenuto Calcio (%SS) **ratio**

DAFB	Sostanza Secca (%)		Contenuto Calcio (%SS) ratio	
	Frutto	Picciolo	Frutto	Picciolo
30	33.60 \pm 1.58 a	27.44 \pm 0.15 a	0.31 \pm 0.05 a	2.72
44	32.50 \pm 1.36 a	26.89 \pm 0.40 a	0.48 \pm 0.06 b	2.74
66	26.47 \pm 3.01 b	32.48 \pm 5.91 a	0.80 \pm 0.21 c	2.49
99	21.23 \pm 2.62 b	49.05 \pm 9.33 b	0.87 \pm 0.06 d	1.73

Fonte: Bonomelli et al. 2022

Pectati di Calcio

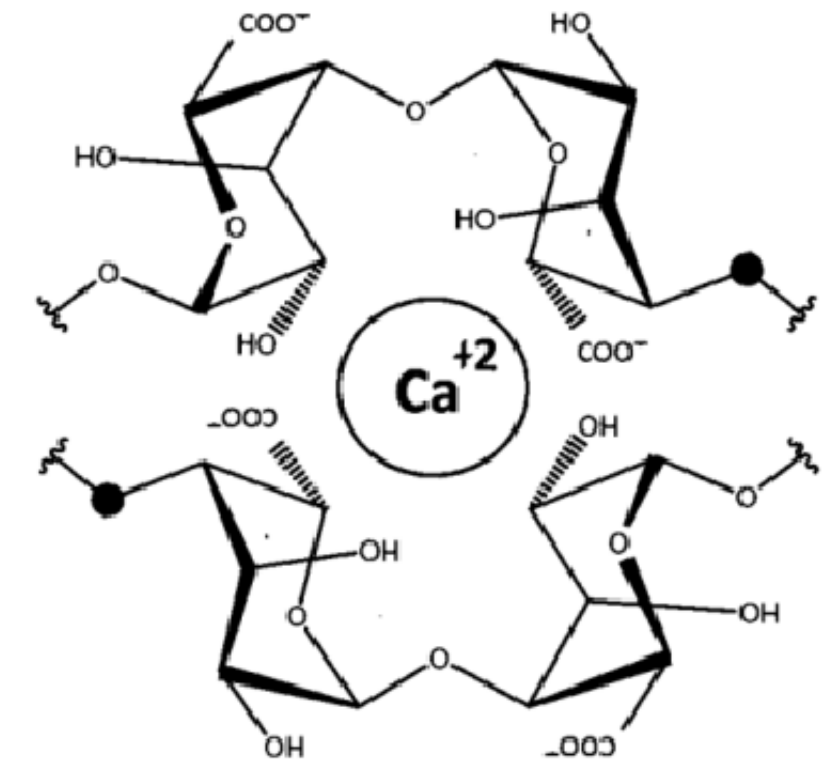
I PECTATI DI CALCIO sono composti chimici che danno alle **strutture cellulari** (pareti e membrane cellulari):

STABILITA'
e
RESISTENZA MECCANICA

Sono il **CEMENTO** delle pareti cellulari.

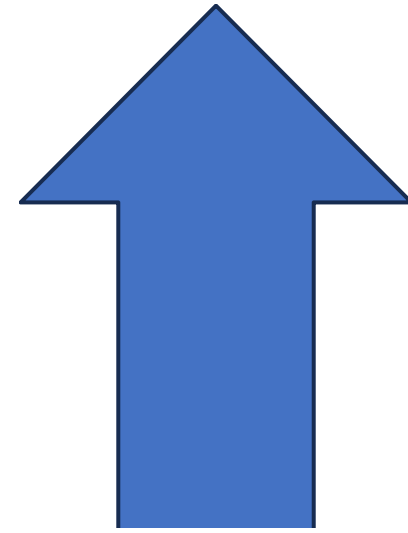
Sul **frutto** sono indicatori di:

- MAGGIORE QUALITA' (compattezza ed elasticità dei tessuti)
- MAGGIORE CONSERVABILITA'
- MIGLIORE SVILUPPO CELLULARE (migliore divisione e distensione cellulare)



Fonte: ULLOA et a. 2020

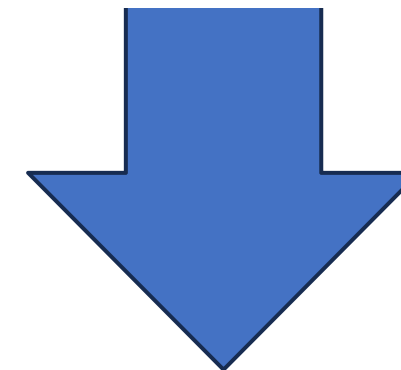
Aumentano la **RESISTENZA** a manipolazioni (meccaniche e manuali), trasporto e spaccature



**PECTATI DI
CALCIO**



**PRODUZIONE
ETILENE, enzimi**



- **Azione di rinforzo delle zone di abscissione** frutti più resistenti alla cascola
- **Riduzione dell'incidenza dell'incrinatura dell'albedo e spaccatura:** buccia più resistente ed elastica
- **Frutti che si conservano più a lungo** a causa della minor produzione di etilene

1. Incrinatura dell'albedo

La fisiopatia più comune legata al calcio. Si manifesta con rughe o solchi sulla buccia.

- **Cosa succede:** Il tessuto bianco (albedo) si frattura o si dissolve, lasciando la parte arancione esterna (flavedo) senza supporto.
- **Relazione col calcio:** Il calcio funge da "cemento" tra le pareti cellulari. Senza di esso, l'albedo perde coesione.

2. Spaccatura del frutto

Il frutto si spacca letteralmente in due o presenta tagli profondi, solitamente partendo dalla zona stilare (il "fondo" dell'arancia).

- **Causa:** Una combinazione di buccia poco elastica (per poco calcio) e sbalzi idrici. Se dopo un periodo di secco la pianta riceve troppa acqua, la polpa si gonfia velocemente e la buccia rigida "esplode".

3. Cascola precoce

- Senza calcio, le zone di abscissione diventano instabili. La pianta produce etilene prematuramente, portando alla caduta dei frutti prima della maturazione completa.

Incrinatura dell'albedo

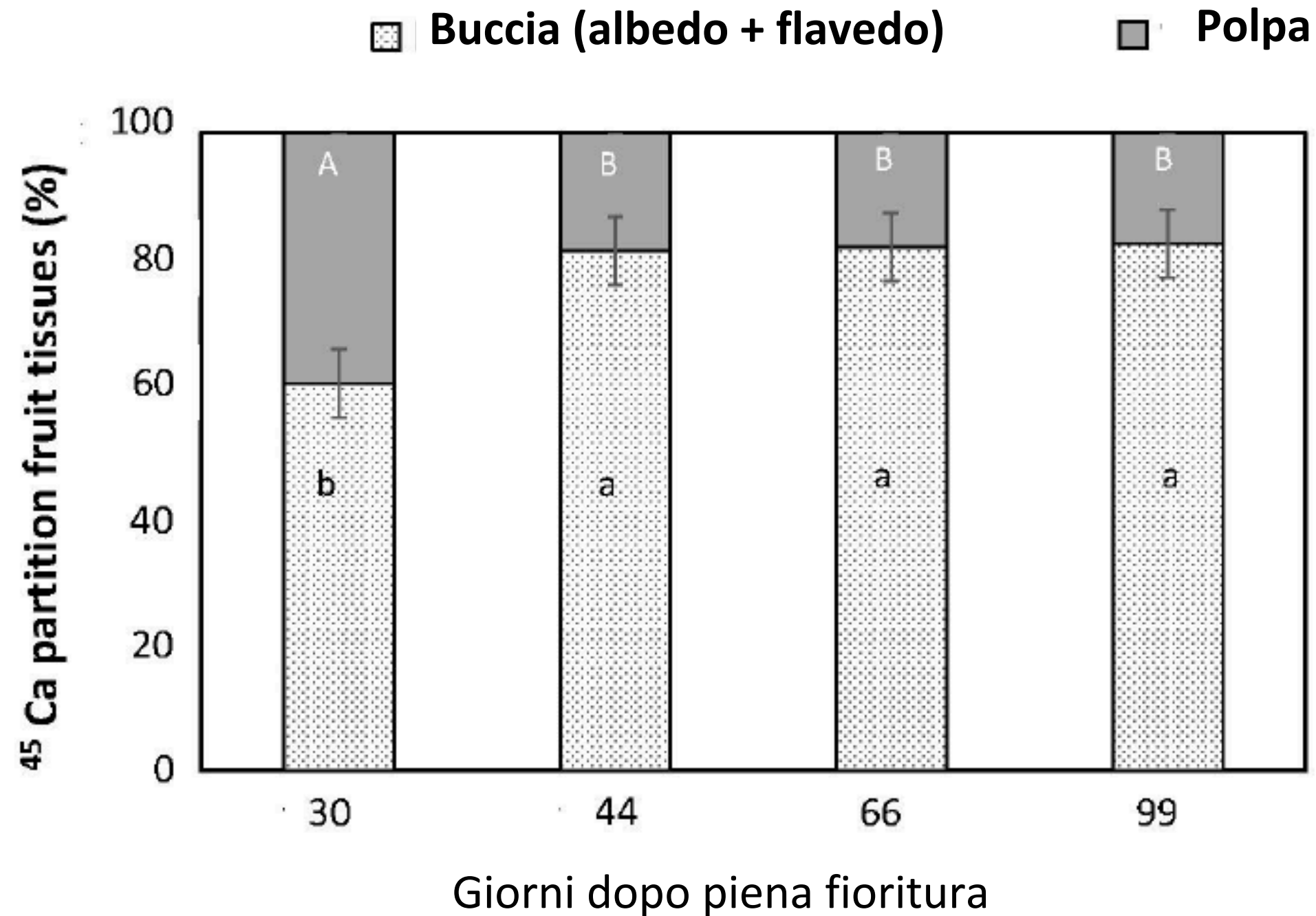


Spaccatura del frutto



Fonte <https://www.coltivazionebiologica.it/cracking-spaccatura-agrumi/>

Ripartizione del calcio nel frutto di arancio



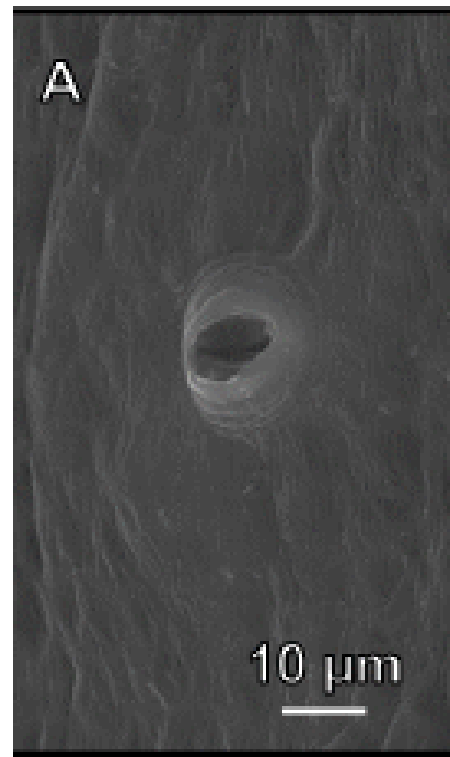
giorni dopo	Diametro frutto (mm)
30	7,6
44	15,4
66	29,2
99	48,8

Bonomelli et al. 2022

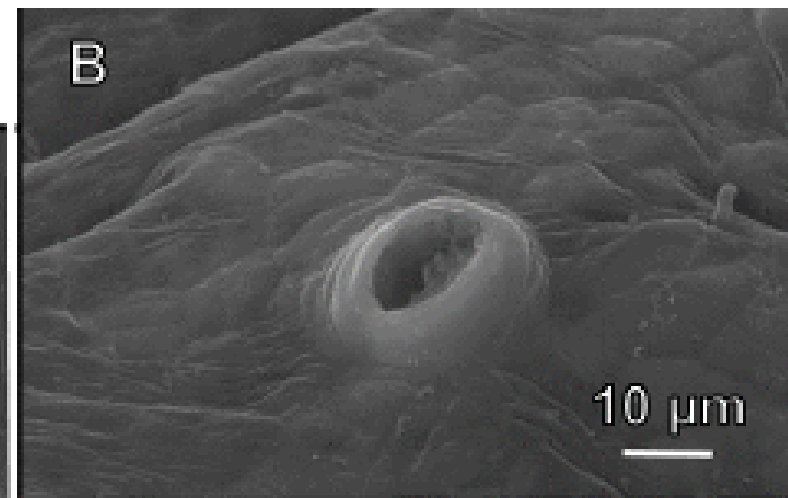
(*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Fukumoto) su (*Poncirus*

SEM su buccia di arancio – stomi e funzionalità

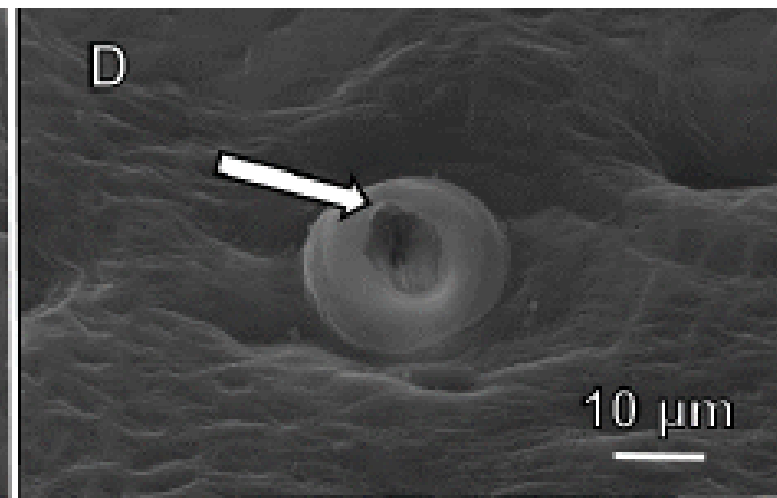
30 gg



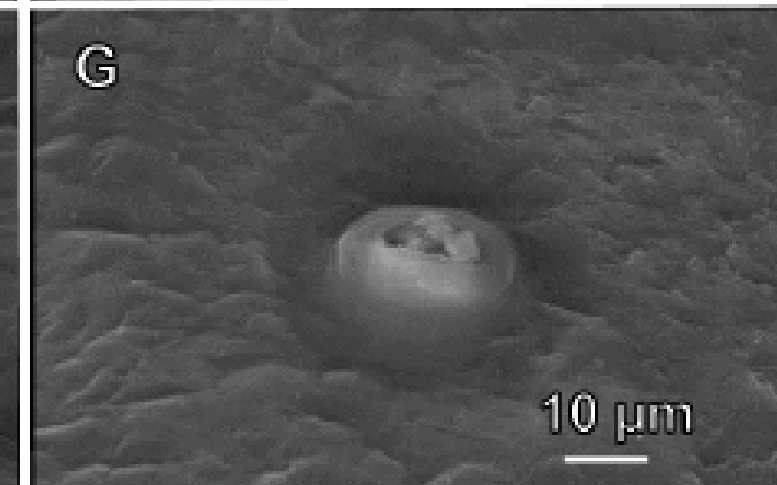
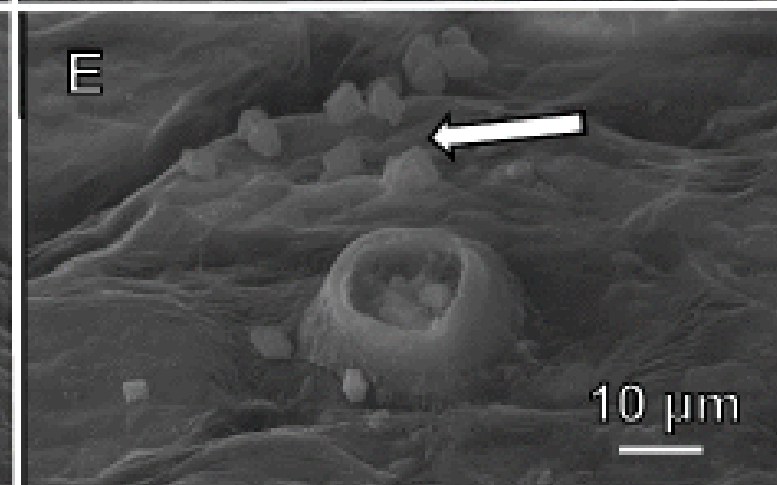
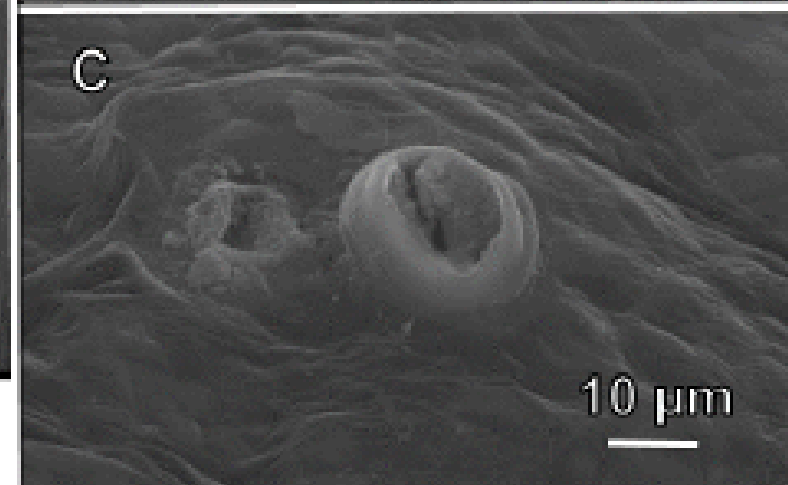
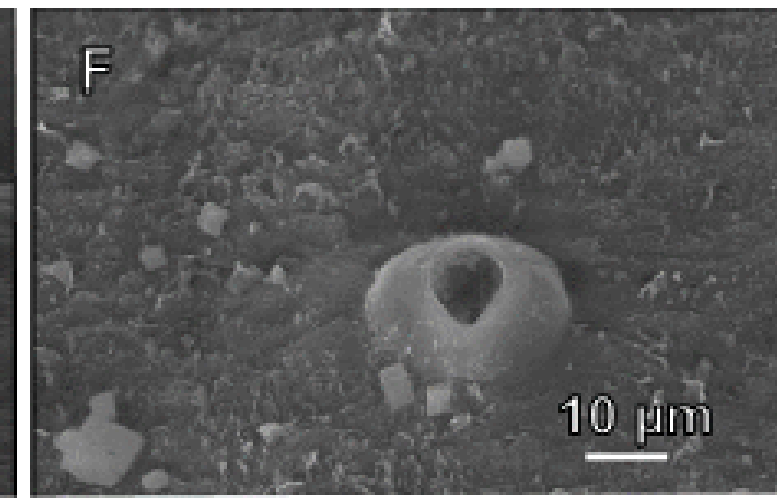
44 gg



66 gg

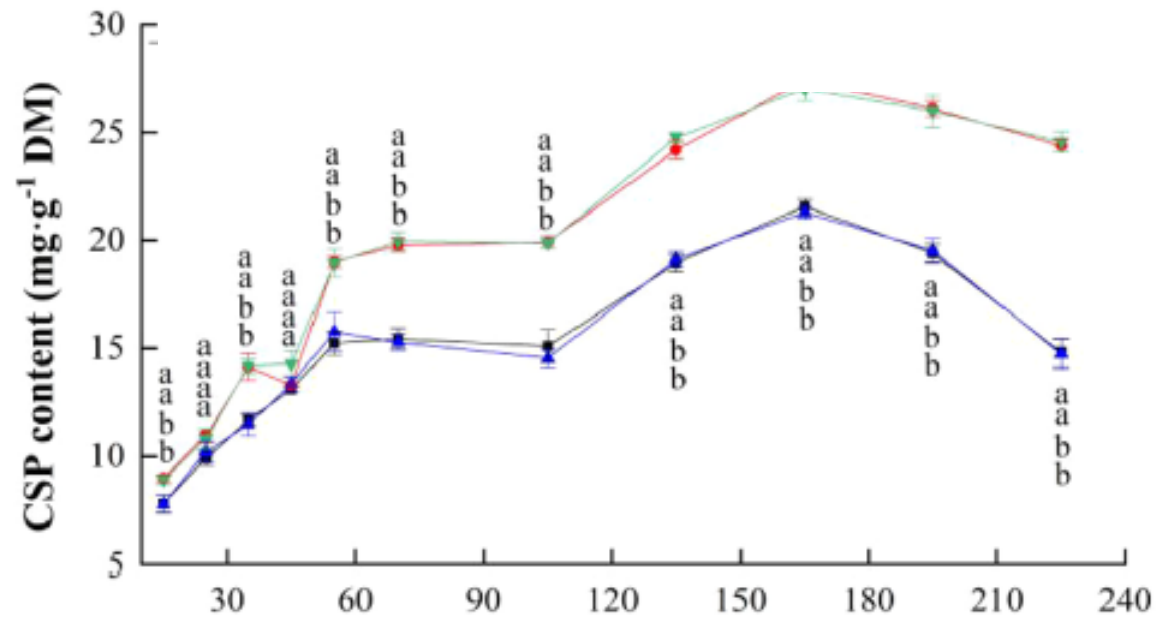


99 gg



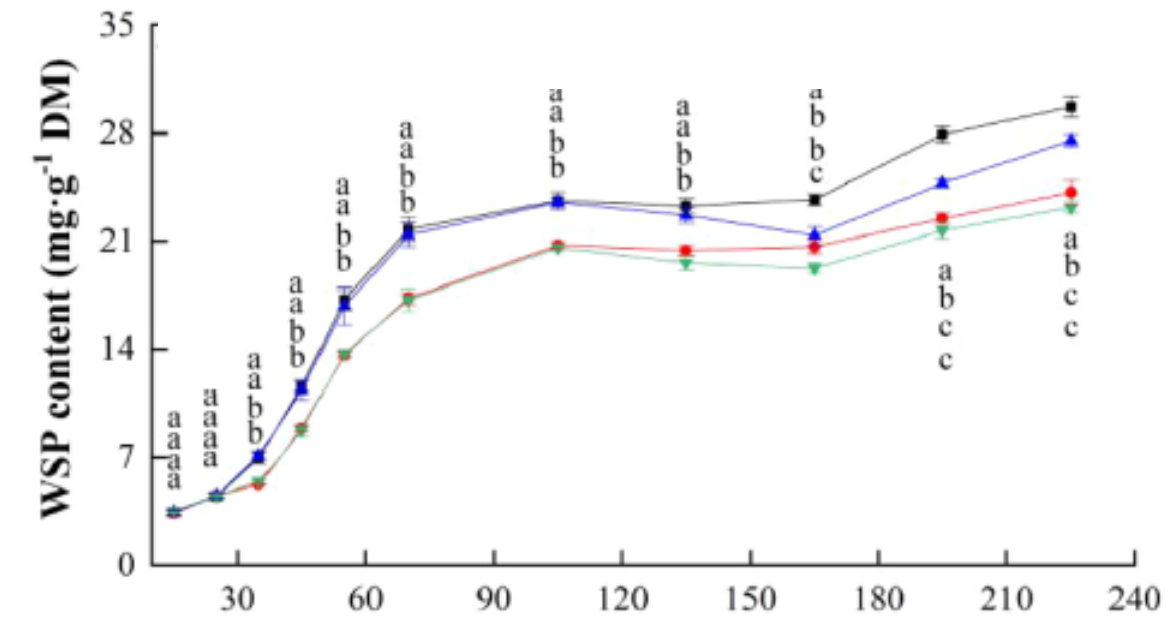
Qualità dei pectati nella buccia

Pectati solubili in acido



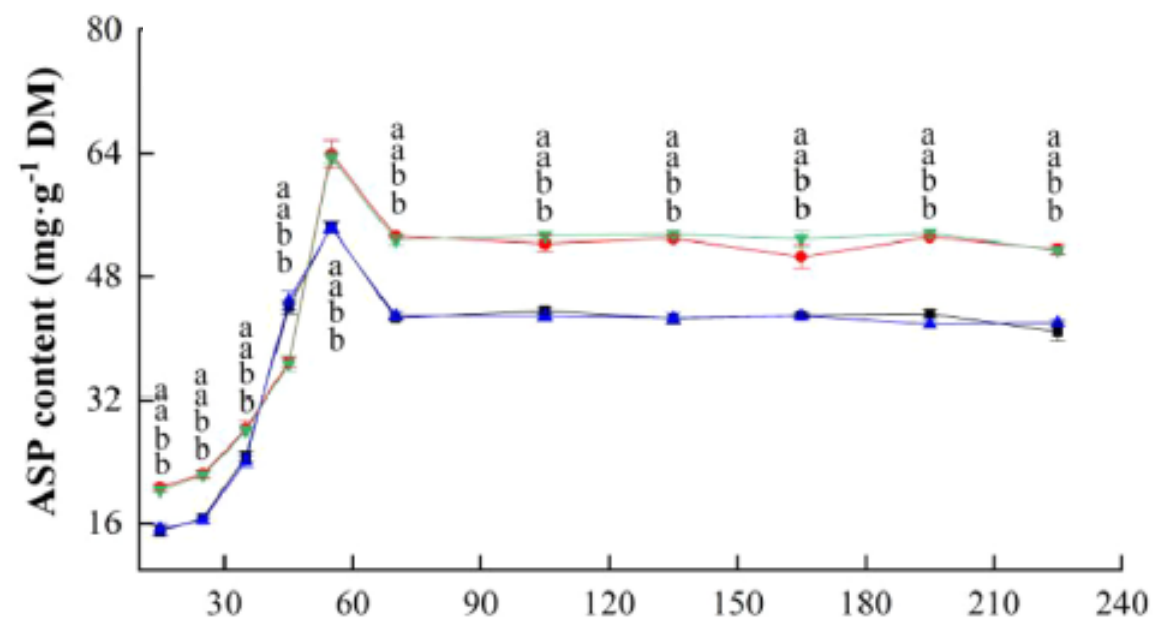
Giorni dopo piena fioritura

Pectati solubili in acqua



Giorni dopo piena fioritura

Pectati solubili in ammonio ossalato



Giorni dopo piena fioritura

- controllo
- applicazione precoce 7, 17 e 27 giorni dopo piena fioritura
- ▲ applicazione tardiva 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura
- ▼ applicazione a 7, 17, 27 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura

Effetto dell'applicazione del calcio a 55 giorni dalla piena fioritura

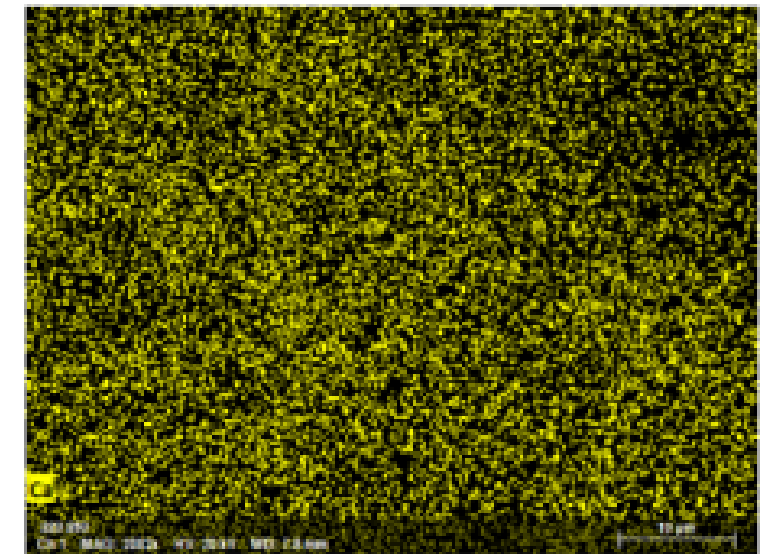
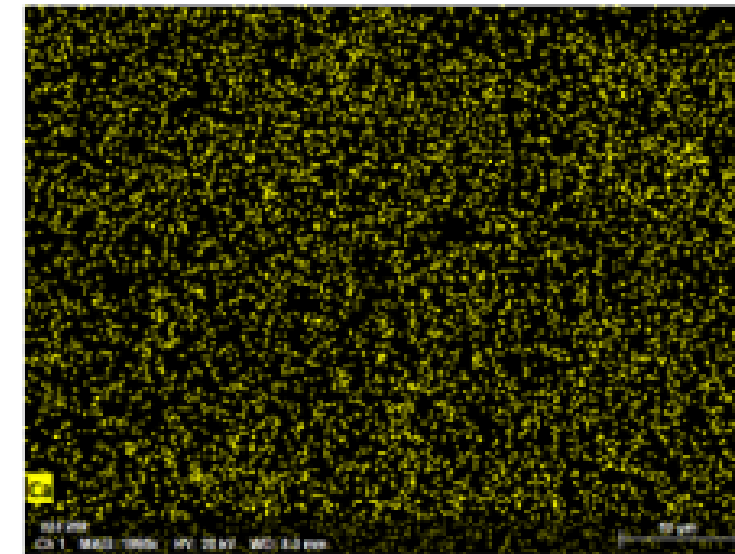
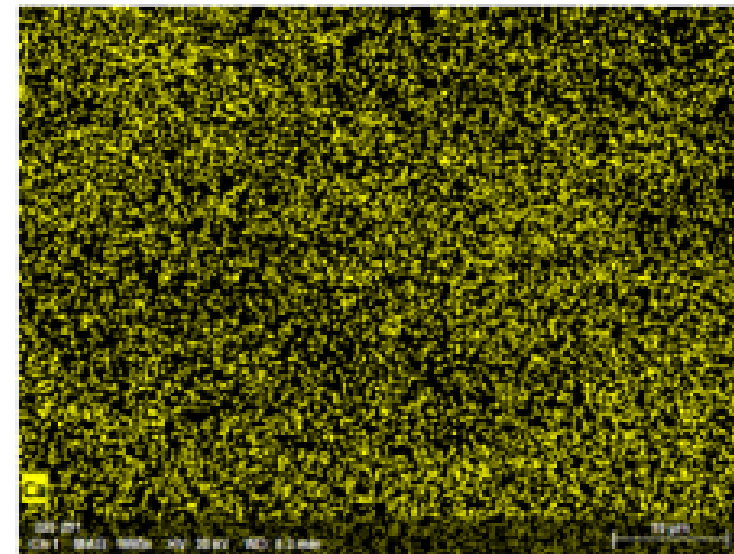
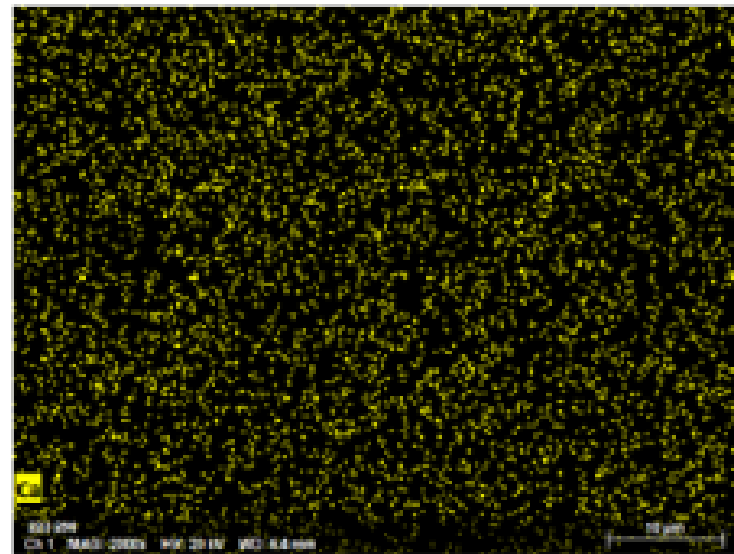
Controllo

Applicazione
precoce

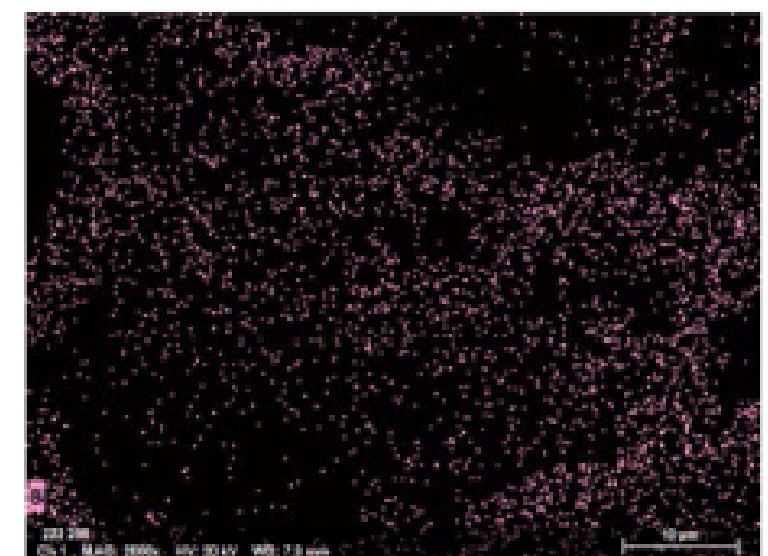
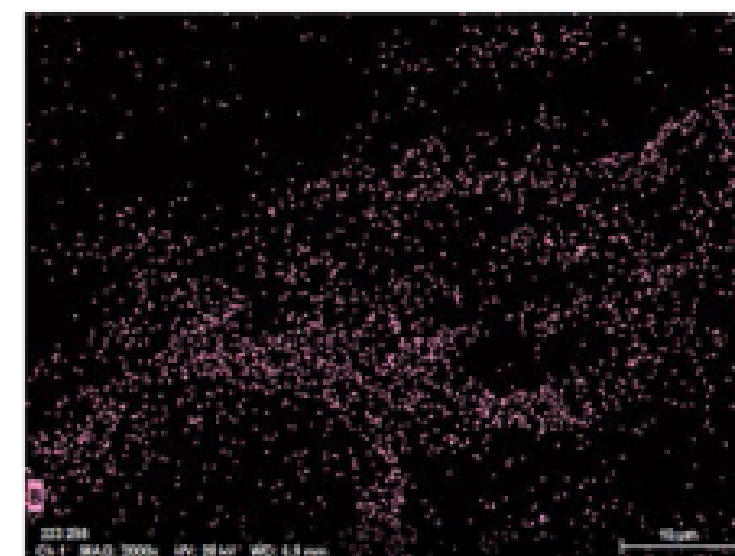
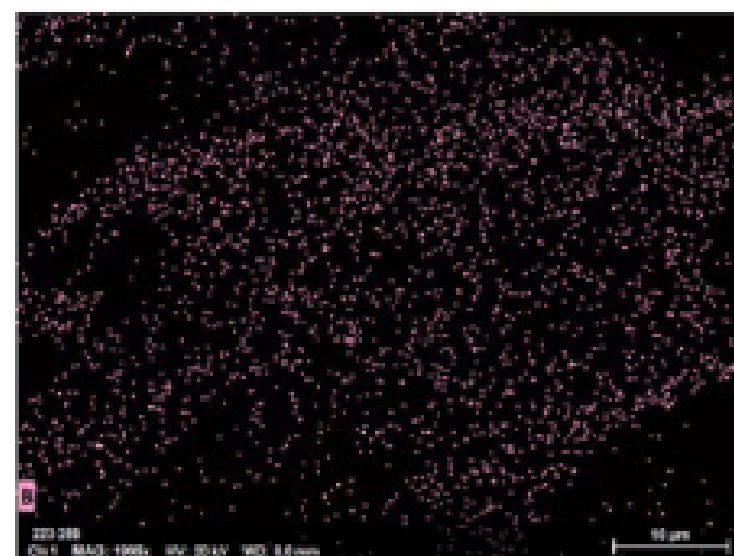
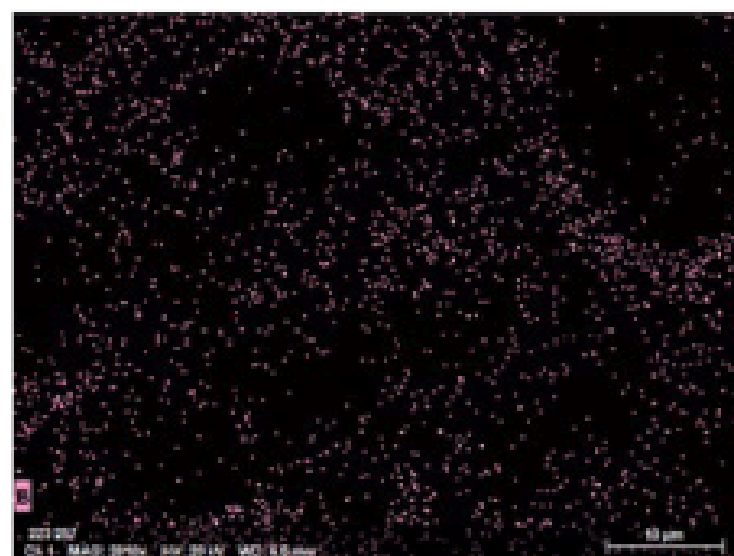
Applicazione
tardiva

Applicazione
completa

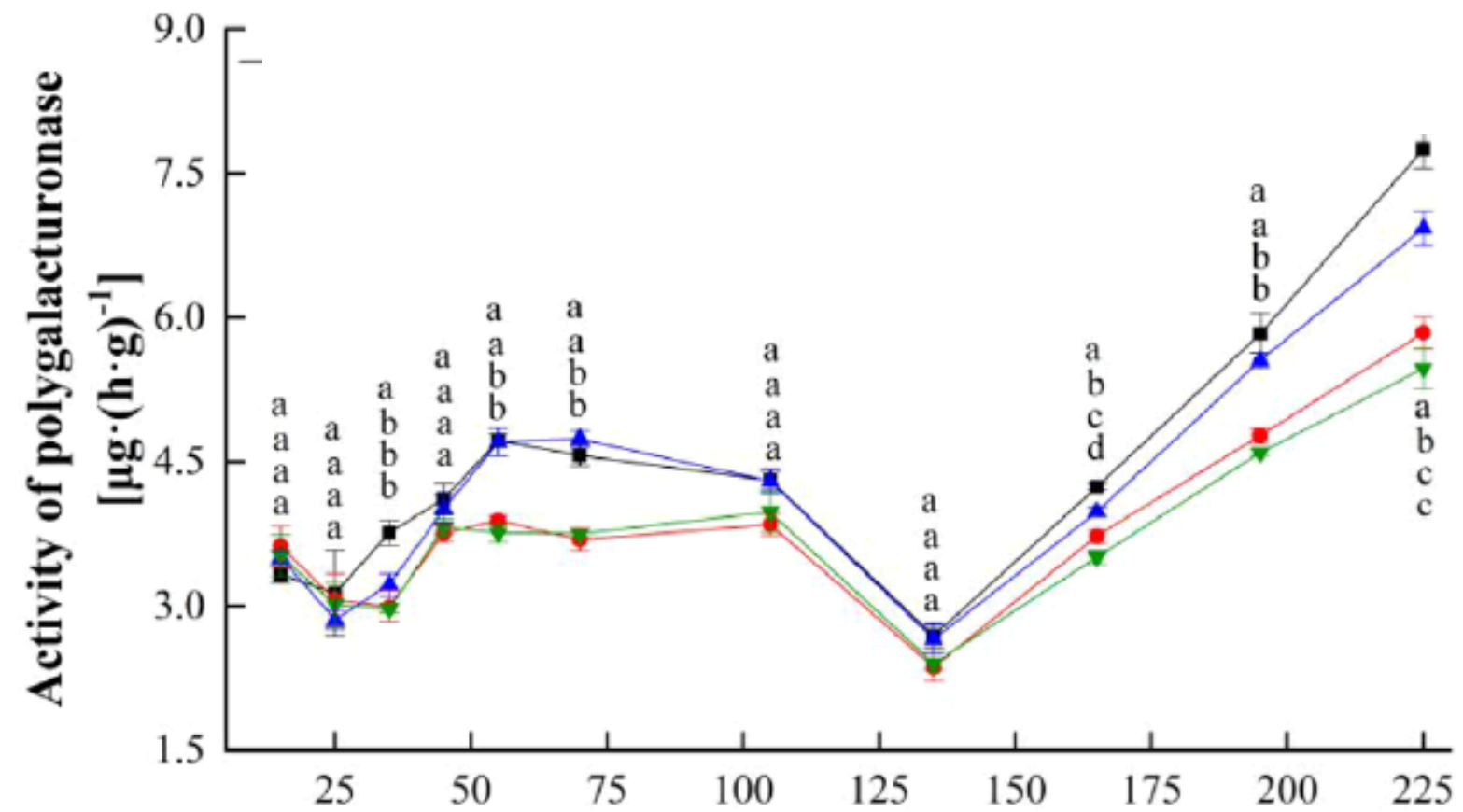
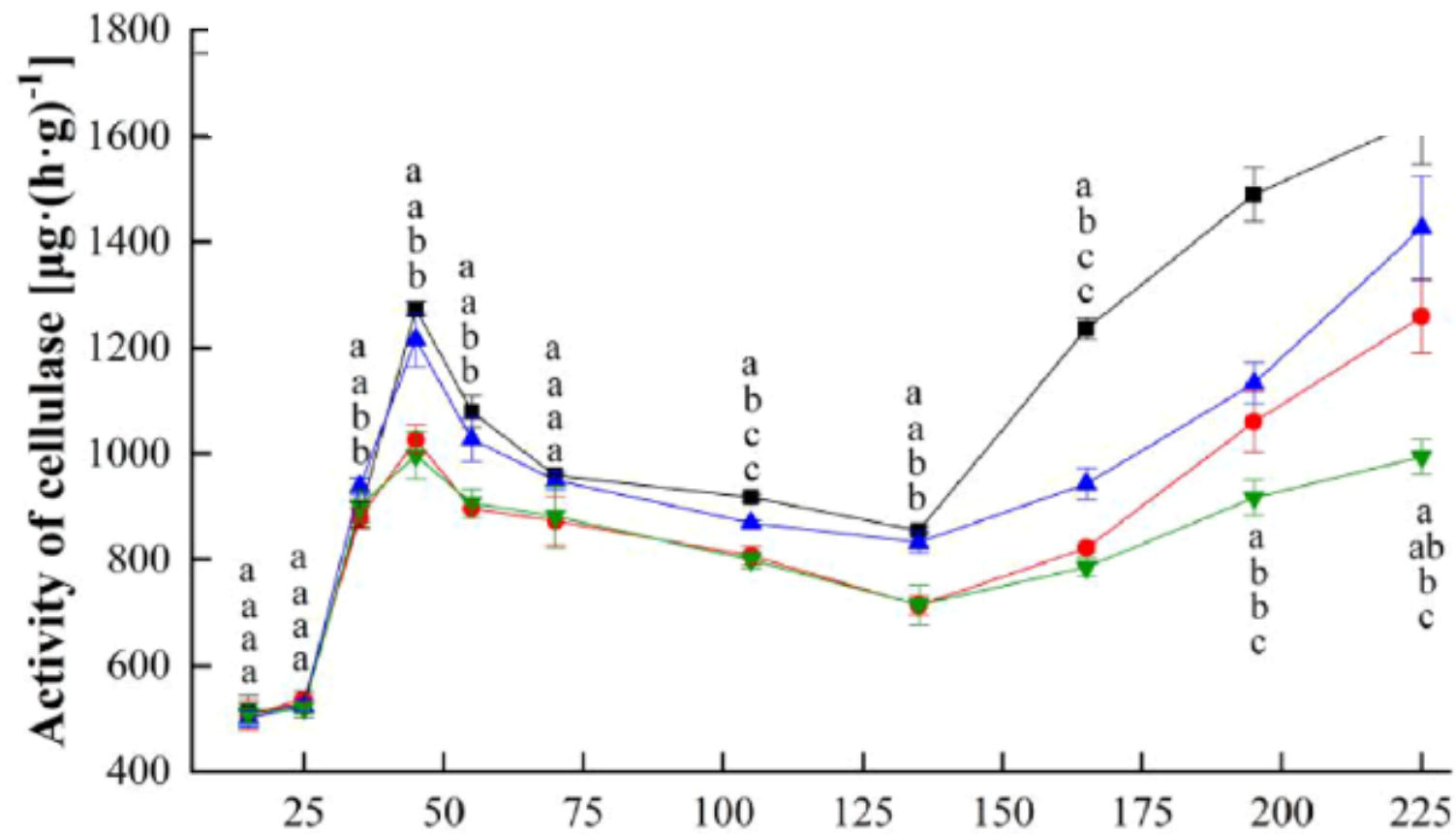
Calcio



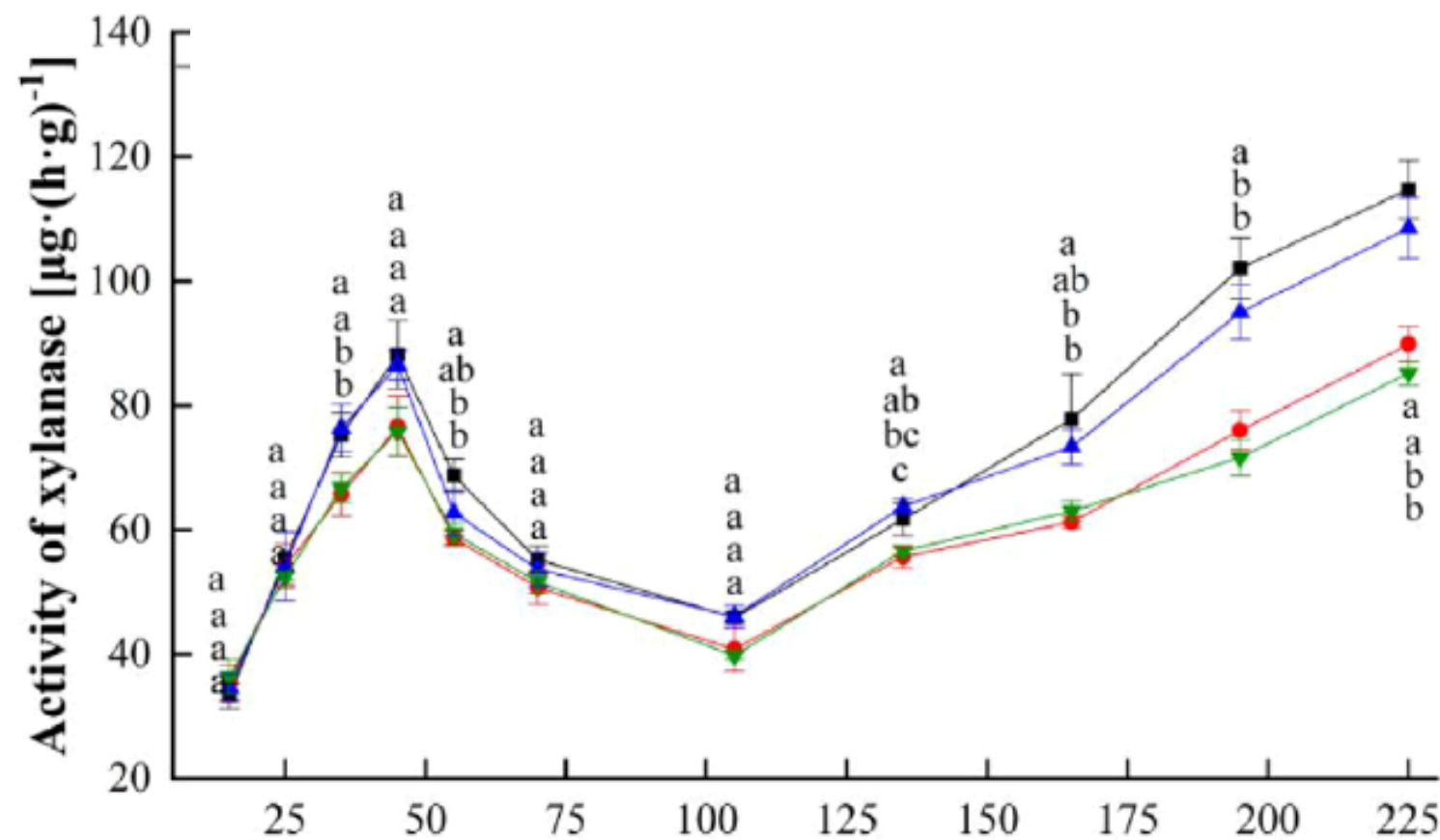
Boro



Evoluzioni enzimi che digeriscono pectati e cellulose

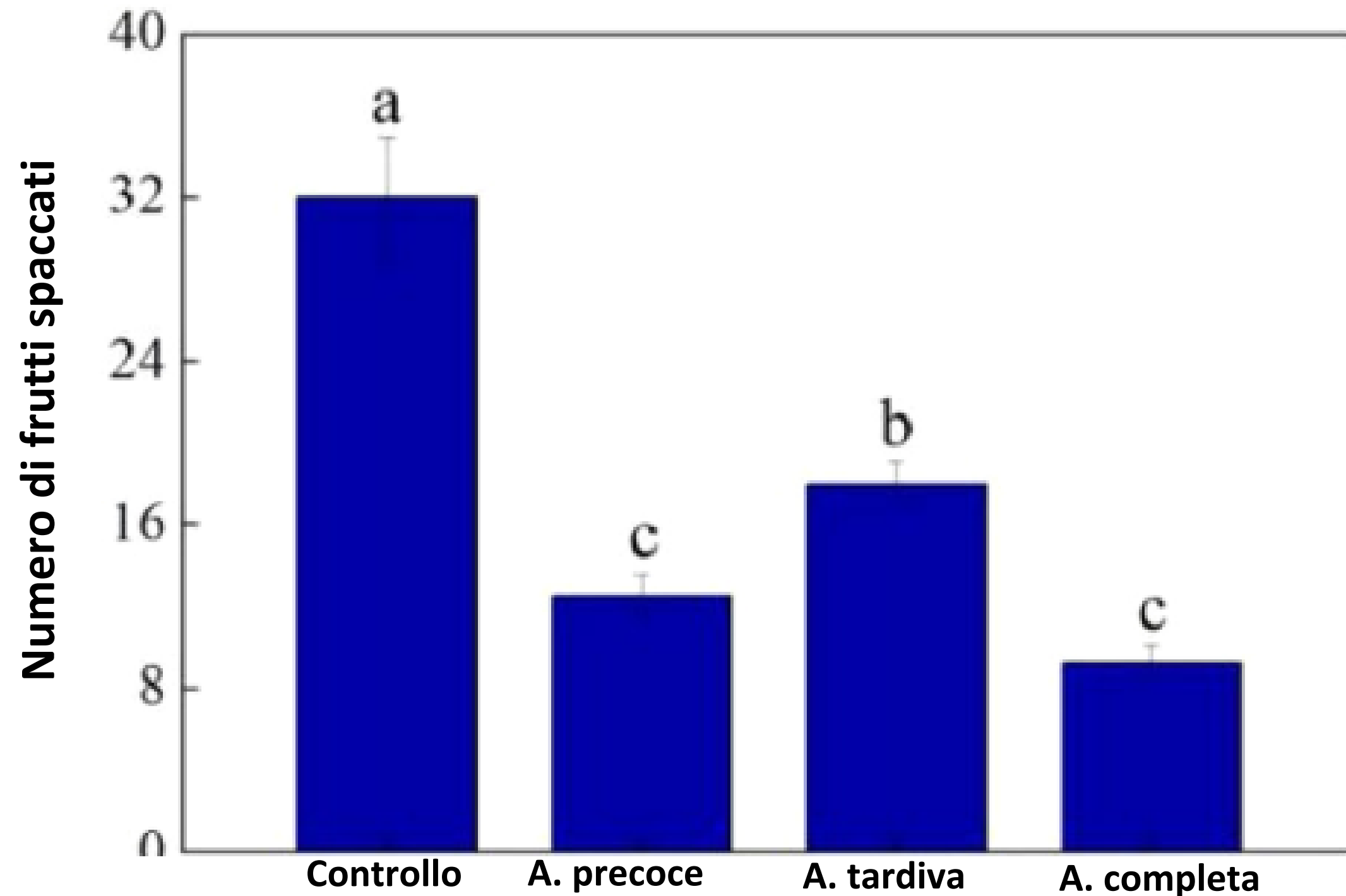


Giorni dopo piena fioritura



- controllo
- applicazione precoce 7, 17 e 27 giorni dopo piena fioritura
- ▲ applicazione tardiva 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura
- ▼ applicazione a 7, 17, 27 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura

Incidenza del cracking e applicazione di calcio fofoliare



applicazione precoce 7, 17 e 27 giorni dopo piena fioritura

applicazione tardiva 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura

applicazione a 7, 17, 27 135, 145 e 155 giorni dopo piena fioritura

Considerazione calcio arancio

- La struttura della buccia (albedo e flavedo) è influenzata:
 - Dalla concentrazione del calcio e dal suo momento di applicazione
 - Dal livello di enzimi (xilasi, cellulasi, poligalatturonasi)
- Assorbimento maggiore nelle fasi iniziali post allegagione
- Applicazioni di calcio tardive hanno basso effetto sulle fisiopatie:
 - Spaccatura , incrinatura dell'albedo, oliocellosi

Target / Colture

Coltura	Obiettivo
Agrumi	- Minore cascola (miscelabile con gli anticasca); • Reduncoli più resistenti;
Drupacee (ciliegio, pesco, nettarina, susino, albicocco)	• Anticracking del frutto (soprattutto per nettarine e albicocche precoci); • Maggiore conservabilità post-raccolta
Olivo	• Minore cascola in allegagione; • Maggiore consistenza del frutto
Uva da tavola	• Rachidi più resistenti; • Minore sgrappolamento
Uva da vino	• Minore sgrappolamento in varietà suscettibili; • Anticracking
Melo e Pero	• Maggiore conservabilità del frutto (soprattutto pero); • Azione di rinforzo agli anticasca (solo su pero)
Kiwi	• Maggiore conservabilità post-raccolta (soprattutto varietà gialle e rosse); • In pre-fioritura azione rinforzo fiore
Pomodoro	• Anticracking e maggiore consistenza del frutto (soprattutto primi pachi se pomodoro da industria)

Dosaggi e periodi di applicazione

Coltura	Dosaggio	Periodo
Agrumi	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Post allegagione, Ingrossamento frutto. In abbinamento ad anticascola. 20 giorni prima della raccolta.
Drupacee	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Scamicatura (allegagione). Ingrossamento/Invaatura. 10-15 giorni prima della raccolta. In varietà tardive aggiungere un trattamento.
Olivo	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Allegagione. 50-60% ingrossamento frutto. 15 giorni prima della raccolta.
Uva da tavola	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Post-fioritura. Allungamento grappolo. Ingrossamento acino. Per varietà in raccolta a Novembre/Dicembre prevedere un altro trattamento 15 giorni prima della raccolta.
Uva da vino	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Ingrossamento acino. Invaatura. Eventualmente un ultimo trattamento 15 giorni prima della raccolta.
Melo	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Dopo il 2° diradante. Invaatura. 15 giorni dalla raccolta.
Pero	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Pre-fioritura (con alleganti). Allegagione. 15 giorni dalla raccolta.
Kiwi	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Pre-fioritura. Dopo il trattamento con Sitofex (circa 30-45 giorni dopo la piena fioritura). 15 giorni dalla raccolta.
Pomodoro	500 ml/100 litri (almeno 2,5 l/ha)	Dalla pre-fioritura primo palco ogni 10-15 giorni.



[®]
C E R E A
F C P

Grazie per l'attenzione