



Stress Abiotici nelle Specie Arboree, quale futuro per i biostimolanti?

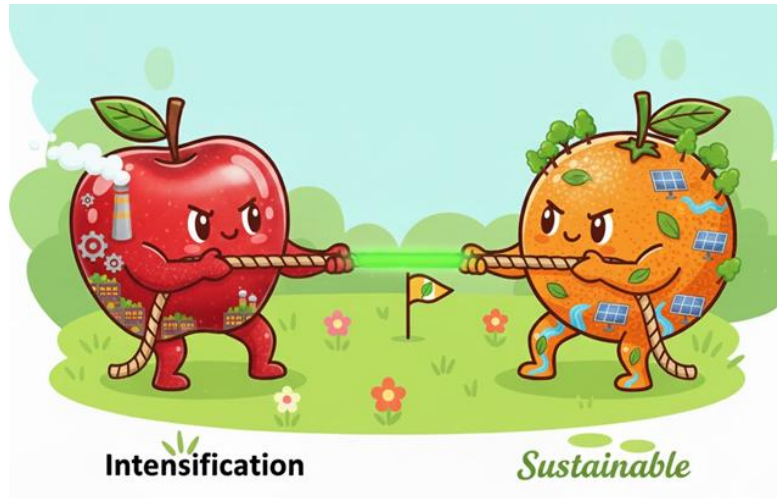
Luca Sebastiani

luca.sebastiani@santannapisa.it

- Motivazioni per intervenire subito: sostenibilità e effetti climatici sulle specie arboree
- Qual è il ruolo dei biostimolanti?
- Risultati recenti relativi alle specie arboree nel Mediterraneo
- Aree di ricerca prioritarie



L'intensificazione sostenibile non può basarsi su una singola tecnologia, ma richiede l'integrazione di diverse pratiche che uniscono innovazione scientifica e metodi agroecologici.



Innovazioni tecnologiche e digitali (Agricoltura 4.0):

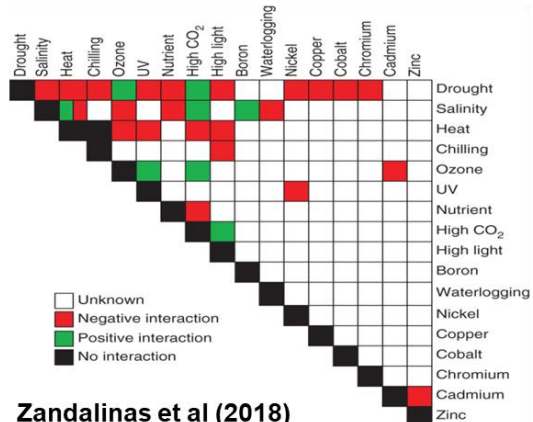
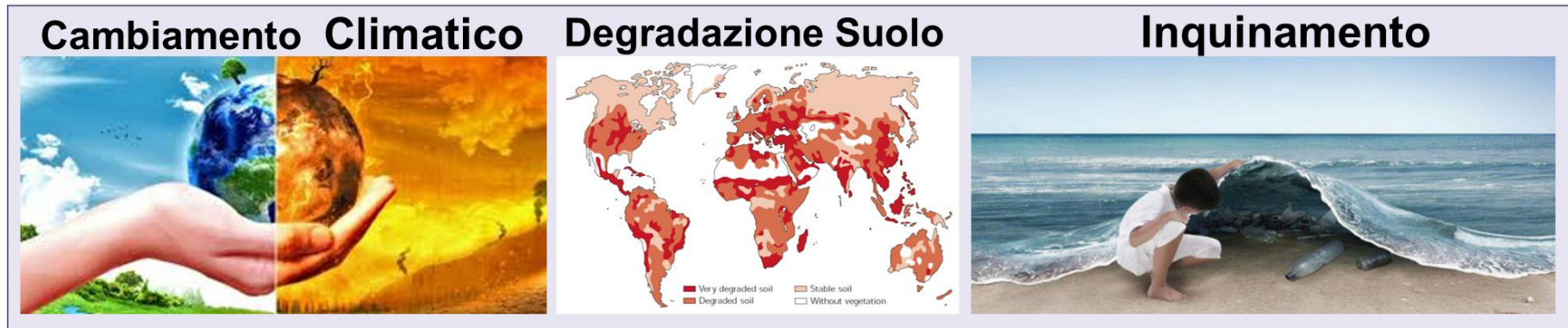
- Miglioramento genetico: sviluppo di varietà più performanti e resistenti a malattie, insetti e stress abiotici.
- Agricoltura di precisione: utilizzo di droni, sensori e intelligenza artificiale per il monitoraggio dello stato delle colture e del suolo (ambiente).

Innovazioni di sistema e pratiche agroecologiche:
biostimolanti



Impatti climatici su specie arboree

- ↑ ondate di calore, ↓ disponibilità idrica, eventi estremi, gelate tardive, inverni più miti
- Effetti: minore crescita e produttività, stress foto-ossidativo, aumento di-stress
- Soluzioni integrate: varietà, nutrizione, gestione idrica, biostimolazione



Zandalinas et al (2018)
 Physiologia Plantarum 162: 2–12



Coltura	Superficie Totale (ha)	% Biologico	Trend 2025/2026	Note Strategiche (Omiche & Clima)
Olivo	1.150.000	22,4%	In crescita (Nord)	Migrazione verso nord e altitudini elevate; screening genomico per varietà resistenti a Xylella.
Vite	675.000	19,7%	Stabile/Qualità	Digital farming e viticoltura di precisione per gestire lo stress idrico e la maturazione fenolica.
Nocciolo	90.000	31,4%	Forte espansione	Meccanizzazione spinta; focus sulla qualità richiesta dall'industria.
Mandorlo	55.000	39,4%	Recupero rapido	Nuovi impianti intensivi al Sud; selezione di varietà a fioritura tardiva per evitare gelate.
Agrumi	125.000	29,2%	Flessione/Innovazione	"Tropicalizzazione" della Sicilia (Avocado/Mango); biotecnologie contro il virus Tristeza.
Melo	55.000	12,3%	Specializzazione	Uso di portinnesti nanizzanti e genome editing (TEA) per resistenza a ticchiolatura in bio.
Pesco	45.000	9,3%	Contrazione	Crisi di mercato; riconversione verso specie meno esigenti in manodopera o frutta a guscio.
Pero	25.000	8,4%	Massima Criticità	Settore a rischio scomparsa.
Kiwi	24.000	14,5%	Sotto pressione	Strategie di difesa per contrastare la Moria del Kiwi e batteriosi.
Piccoli Frutti	2.500	26,0%	Boom verticale	Colture protette (fuori suolo) per massimizzare il controllo ambientale e il valore aggiunto.

Biostimolanti Struttura del mercato per tipologia di prodotto

Categoria di biostimolante	Ruolo chiave nelle specie arboree
Sostanze umiche (acidi umici/fulvici)	Miglioramento struttura e fertilità del suolo, radicazione
Amminoacidi / idrolizzati proteici	Recupero da stress, stimolo vegetativo, sostegno a fioritura/allegagione
Estratti di alghe	Miglioramento allegagione, tolleranza a stress, qualità dei frutti
Biostimolanti microbici (PGPR, micorrize)	Assorbimento nutrienti, sviluppo radicale, resilienza del suolo
Altri (silicio, peptidi, prodotti complessi)	Segmenti emergenti ad alto valore

Biostimulants

- Osmocompatible solutes
- Extracts and exudates
- Protein hydrolysates
- Phytohormones
- Microorganisms
- Nanoparticles
- Organic acids
- Biopolymers
- Antioxidants



Avoidance
Tolerance
Resistance



Osmotic imbalance
ROS accumulation
Reduced growth



Decrease in productivity

Figure 1. The role of biostimulants in mitigating the negative effects of abiotic stress on crop productivity.

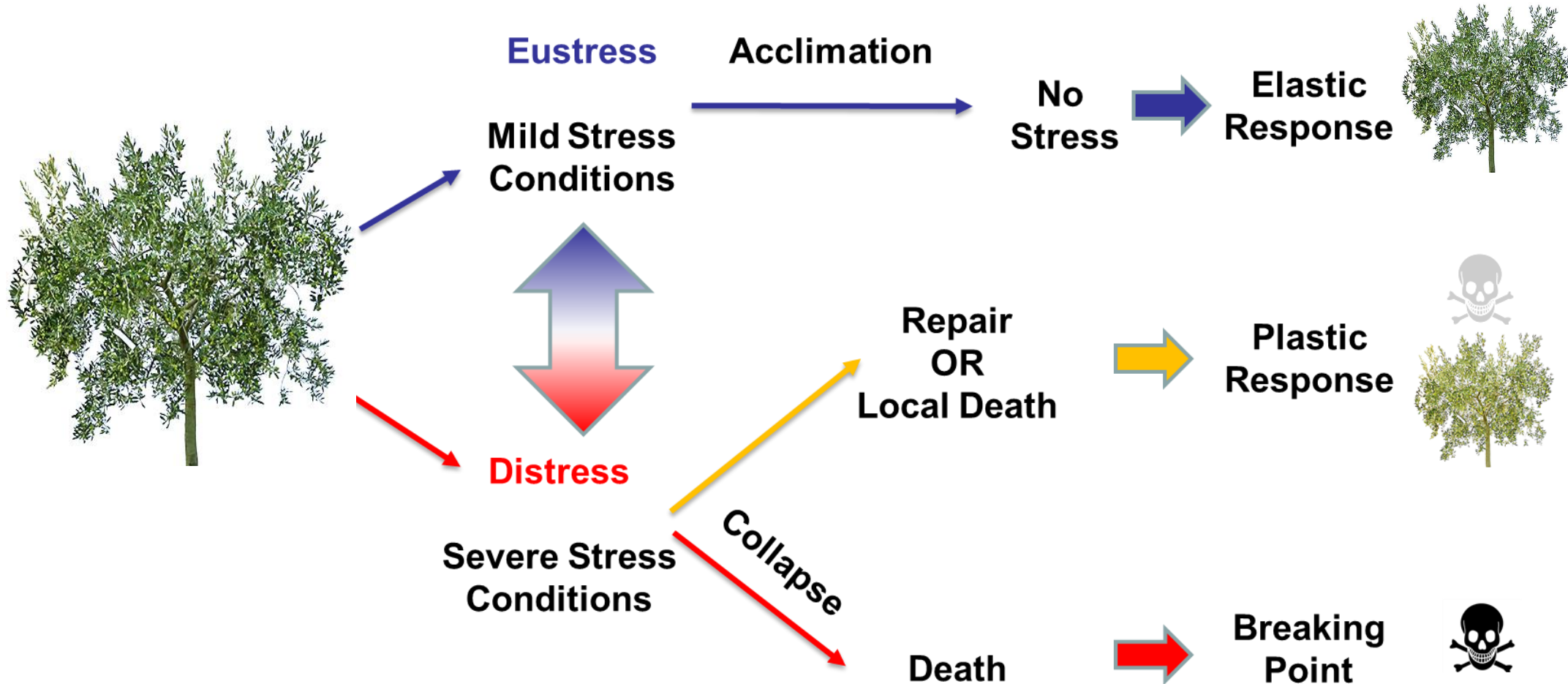
Abiotic stress conditions, such as drought, salinity, extreme temperatures, and nutrient deficiencies, induce detrimental changes at morphological, physiological, biochemical, and molecular levels, severely limiting plant growth and productivity.

Biostimulants help crops counteract these stress-induced damages, restoring plant performance and enhancing resilience against environmental stressors.

Illustration created using BioRender.

MDPI IJMS 2025 (CC BY 4.0) - Di Sario et al.: <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/3/1129>

The balance between eustress and distress determines whether a plant will thrive or perish



Quando applicare ?

Pre-stress
(priming)

Picco di stress

Recupero
(Post-stress)

Applicazione consigliata: durante il pre-stress e nelle fasi fenologiche critiche (ripresa dell'attività vegetativa, fioritura/allegagione, invaiatura).

Obiettivi

- mantenere la stabilità fisiologica;
- contenere il picco di danno;
- favorire un rapido recupero.

Evidenze recenti (2024–2026)

- Arboree tropicali in Mediterraneo (mango, avocado, papaya): ↑ prolina e zuccheri, ↑ performance vegeto-produttive in freddo/caldo/siccità
- Review meccanicistiche: ruolo di ABA, antiossidanti, rimodulazione ionica e radicale
- Sinergie tra biostimolanti: combinazioni microbici + molecolari (radici, WUE, qualità)

Nostre evidenze su specie arboree

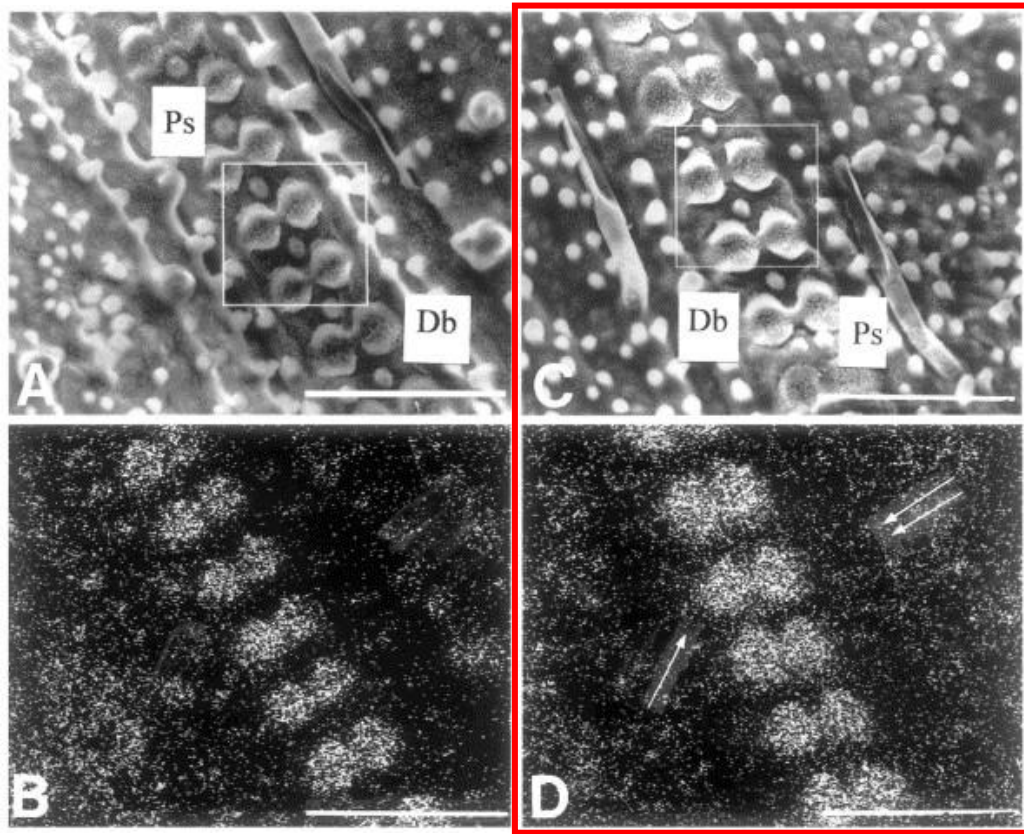
Olivo e Silicio
Stress Salino

Stress da eccesso di Nichel



Actinidia





Si

Improve canopy photosynthesis

Increase stress resistance

Enhance resistance to biotic stress

Disease e.g. blast, powdery mildew

Pest e.g. stem borer, planthopper

Alleviate abiotic stress

Chemical stress

Alleviate metal toxicity
e.g. Al, Cd, As, Mn, Fe

Improve nutrient imbalance
e.g. N excess, P deficiency

Alleviate salt stress

Physical stress

Prevent lodging

Increase resistance to
low and high temperature

Increase resistance to
drought stress

Increase resistance to
radiation stress

Photographs of scanning electron microscopy (A and C) and of the pattern of silicon distribution by the X-ray counts (B and D) taken on the adaxial surface of leaf blades in rice plants grown with (C, D) and without (A, B) application of silicate fertilizer. Single and double arrows show higher deposits of silicon on the dumbbell bodies and other area in the +Si rice plants. Double Db, dumbbell bodies; Ps, protuberance structure; bar, 30 μ m.





Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Plant Physiology and Biochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/plaphy



Silicon priming triggers differential physiological, ionic and metabolic responses in olive (*Olea europaea* L.) cultivars with different tolerance to salinity

Carmen Fidalgo-Illesca, Alessandra Francini ^{*} , Andrea Raffaelli , Luca Sebastiani

Institute of Crop Science, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127, Pisa, Italy



Frantoio



Leccino

Control
(0 mg L⁻¹ Si(OH)₄)

Silicon
(10 mg L⁻¹ Si(OH)₄)

Control
(0 mM NaCl)

NaCl
(100 mM NaCl)

Silicon
(0 mM NaCl)

NaCl+Si
(100 mM NaCl)

28 days

79 days

T₀
n = 5

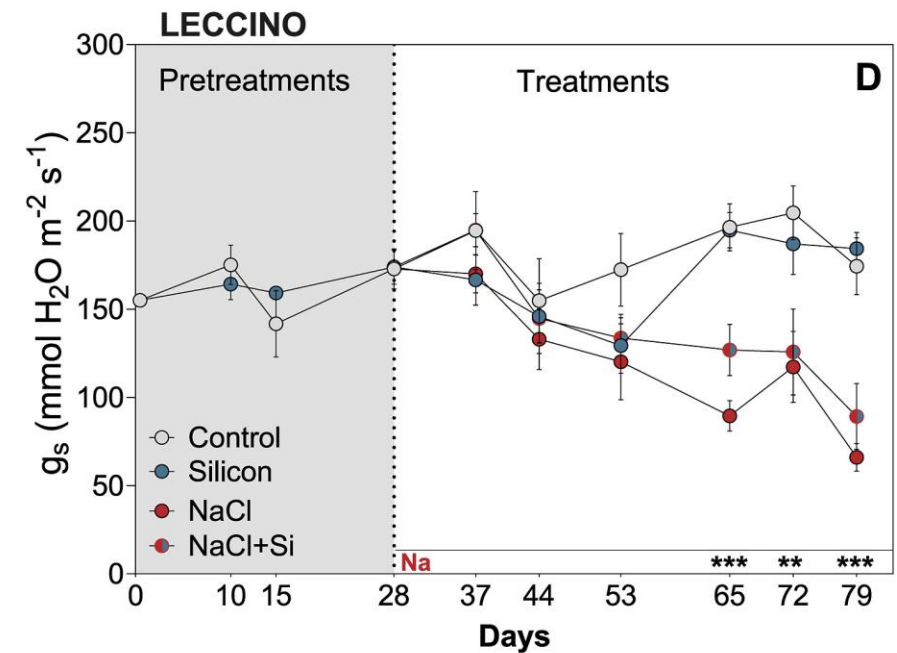
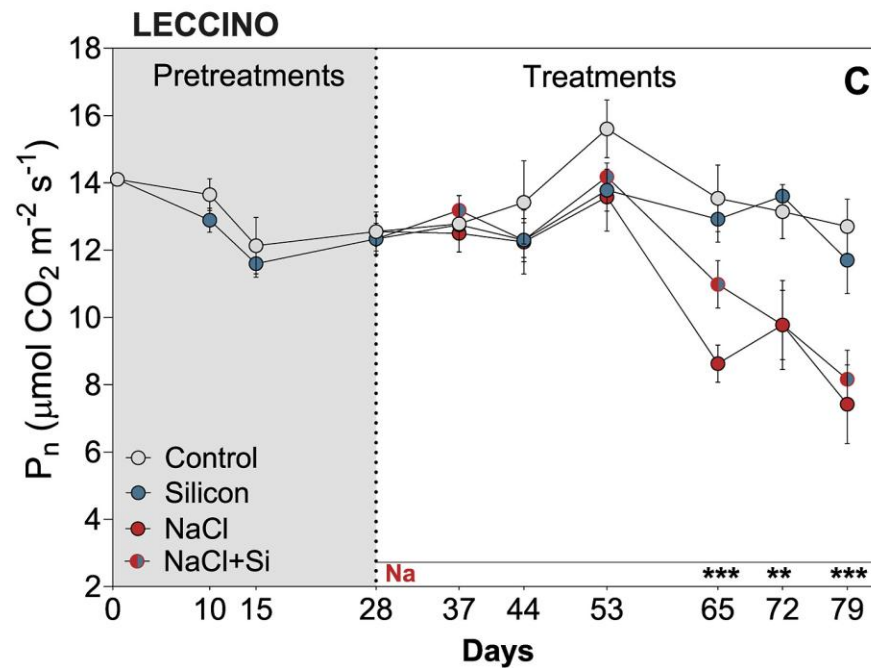
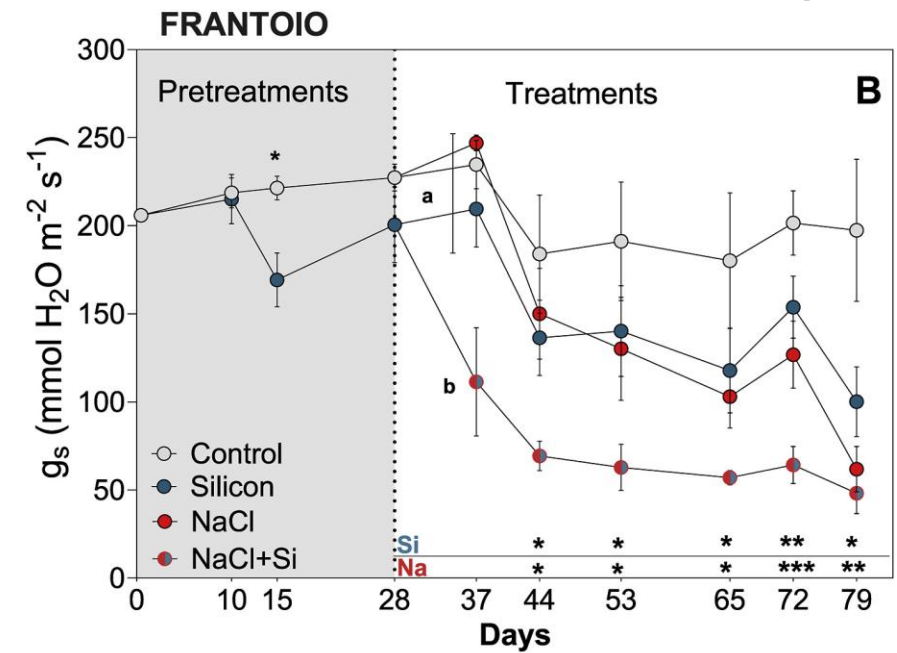
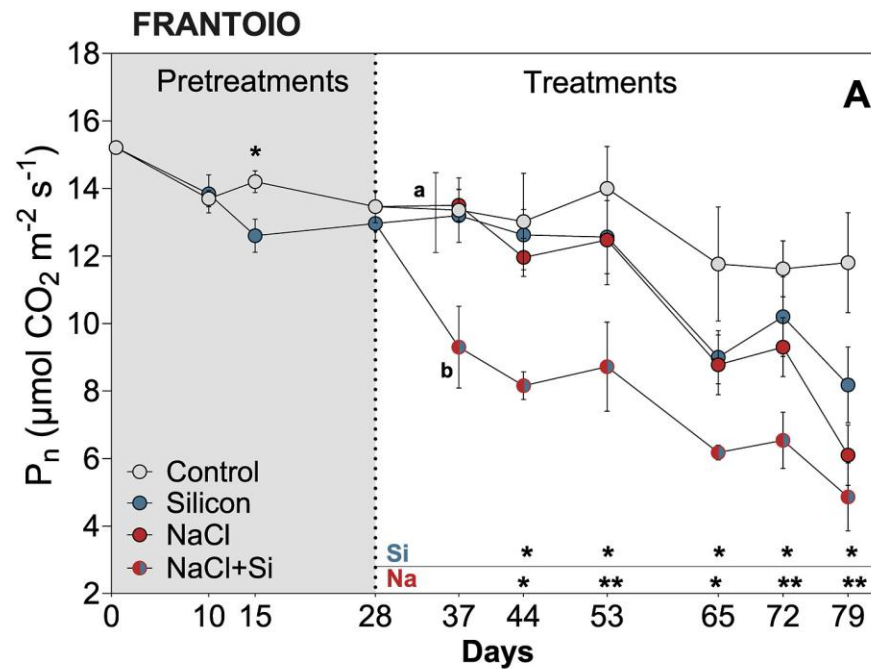
T₁
n = 5

Sampling

T₂
n = 5

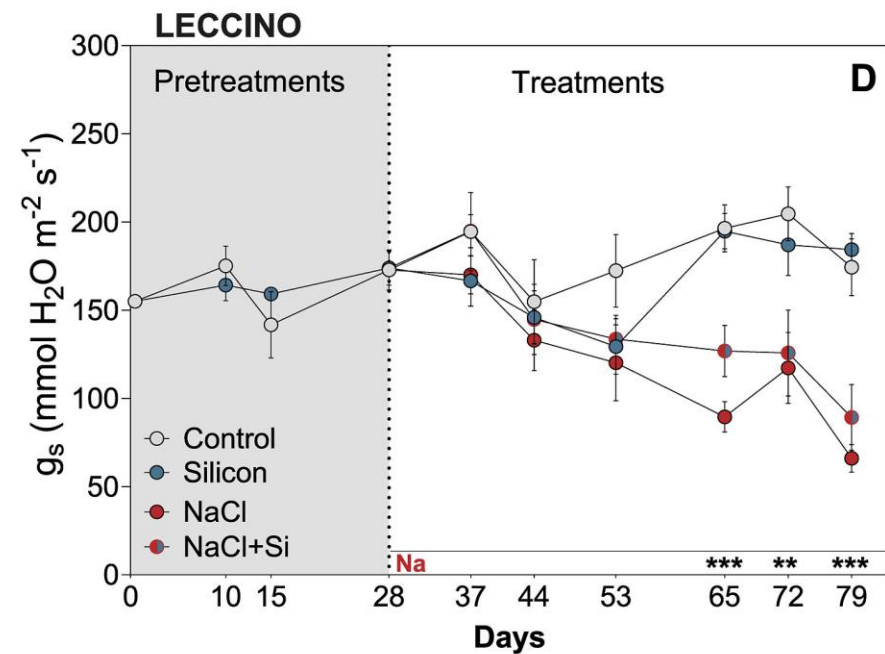
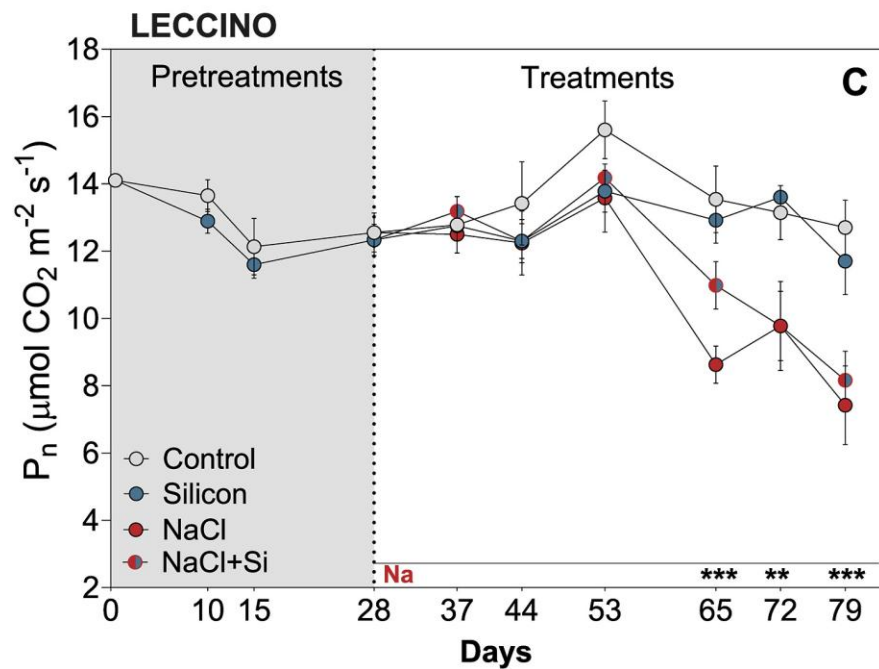
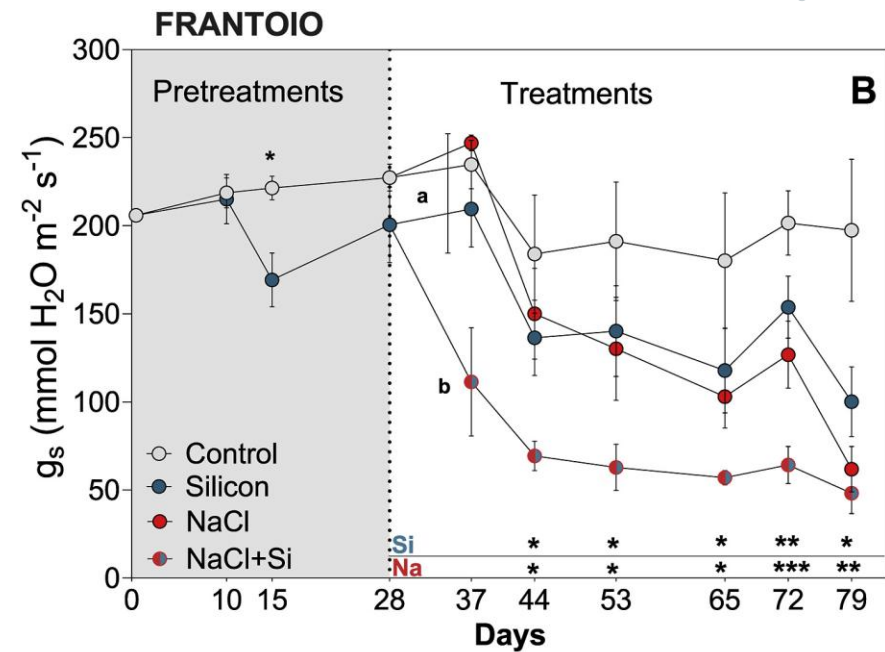
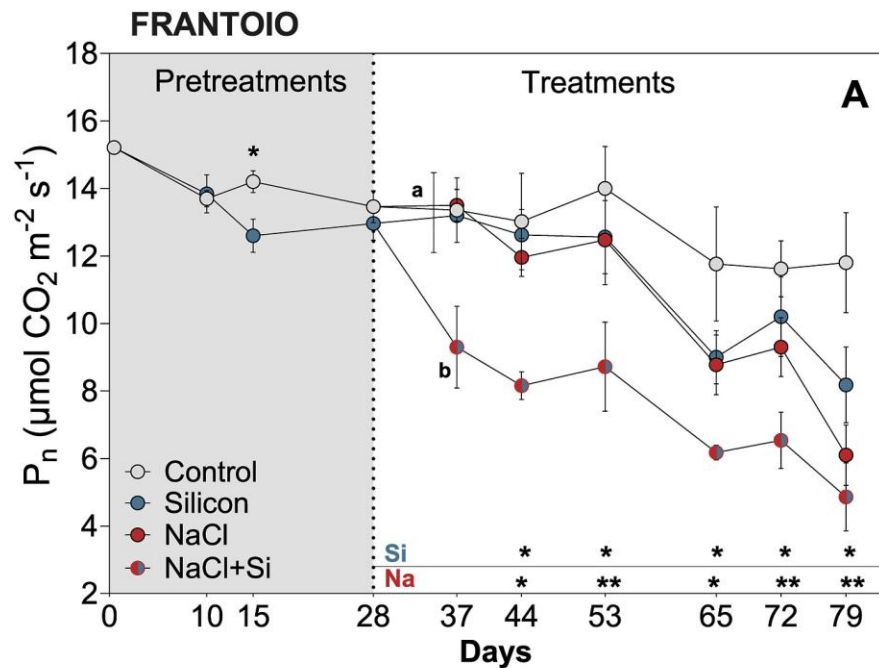
Durante il pre-trattamento con silicio (Si), la fotosintesi netta e la conduttanza stomatica nella cultivar 'Frantoio' sono diminuite rispettivamente dell'11,3% e del 23,6% dopo 15 giorni rispetto alle piante di controllo.

Al contrario, nello stesso periodo, il pre-trattamento con Si non ha mostrato alcun effetto sulla cultivar 'Leccino'.

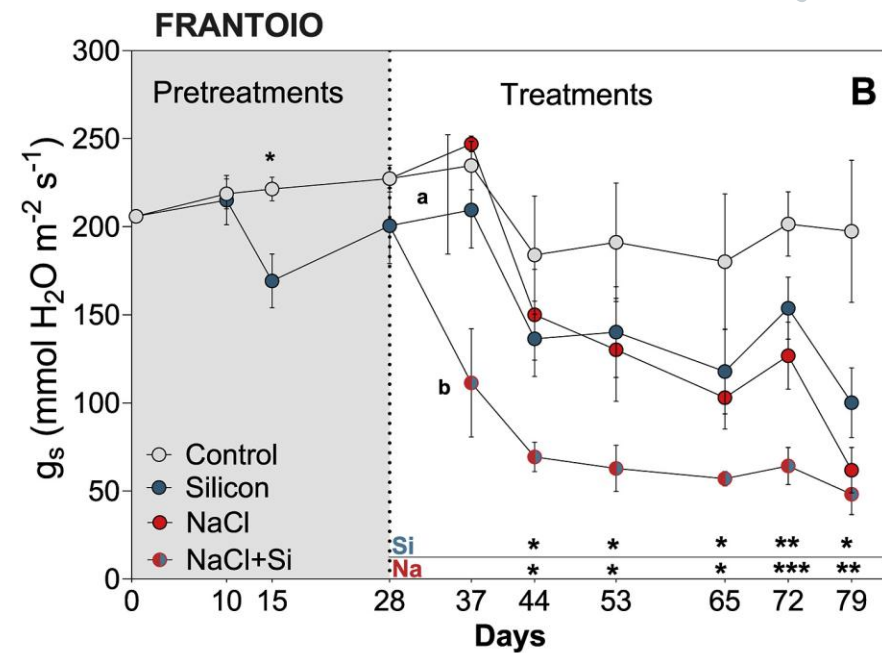
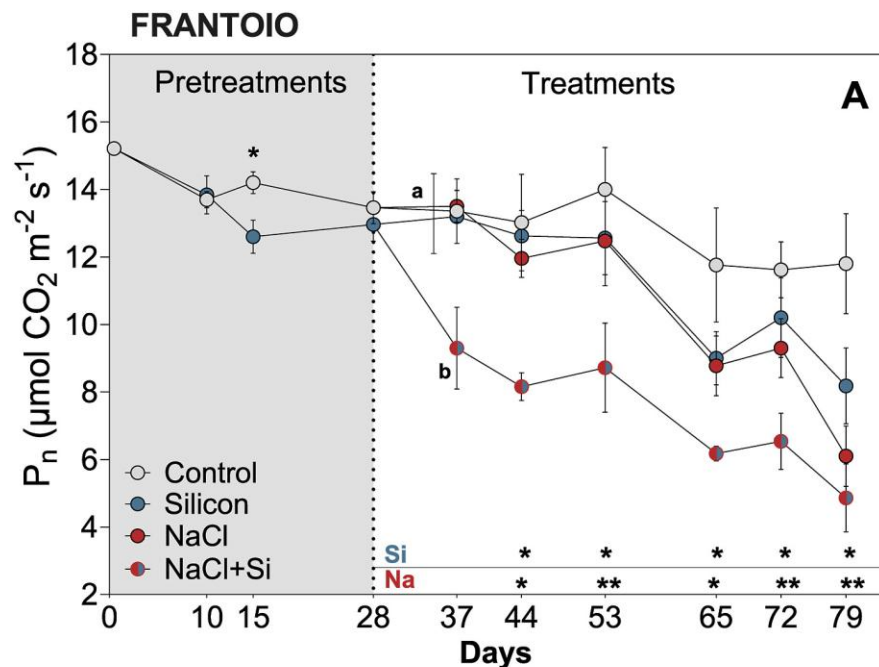


Durante il successivo ciclo di trattamento con NaCl, un'interazione significativa tra Si e NaCl è stata riscontrata

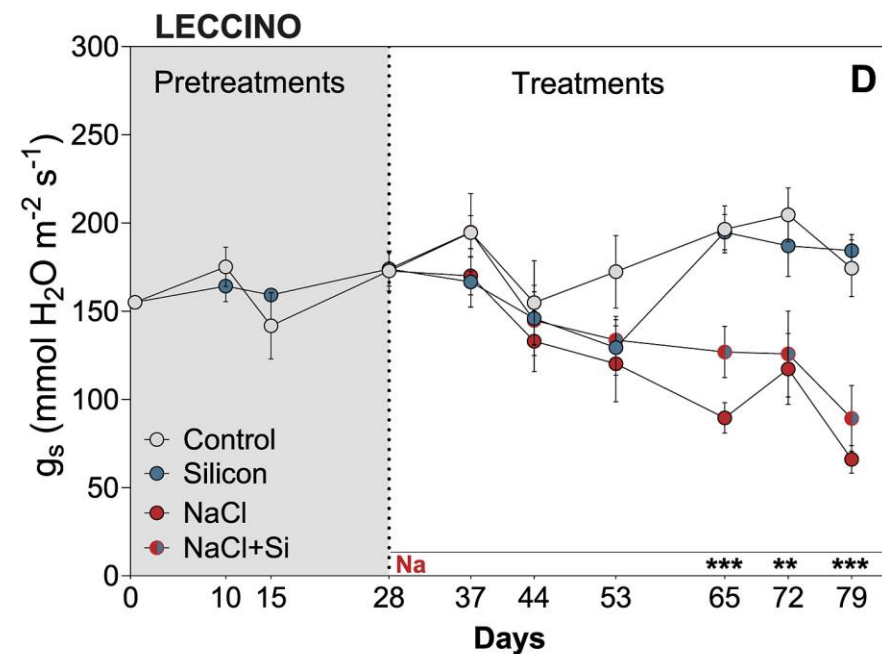
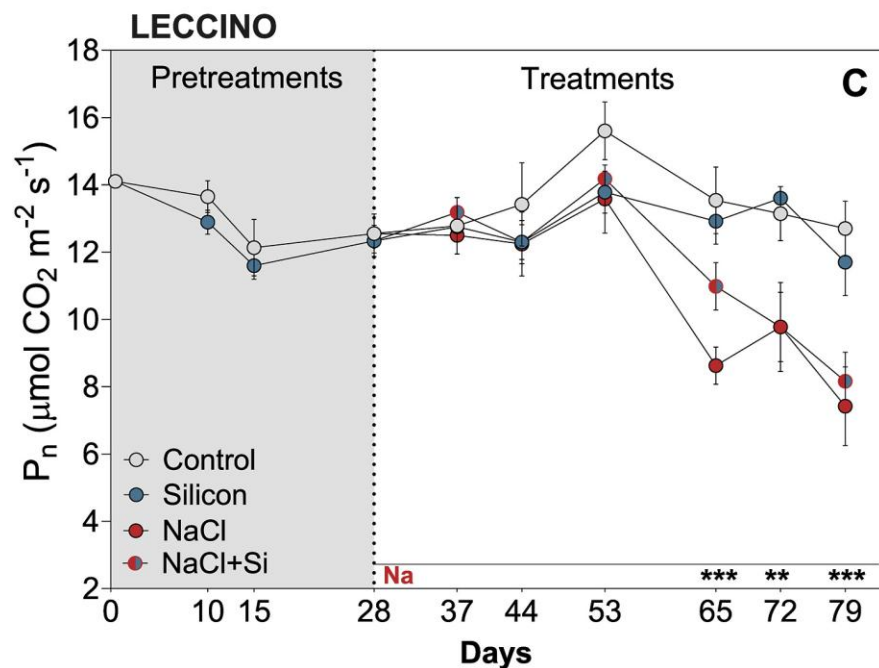
esclusivamente nella cultivar 'Frantoio' a 37 giorni, con il gruppo NaCl + Si che ha evidenziato i valori più ridotti.

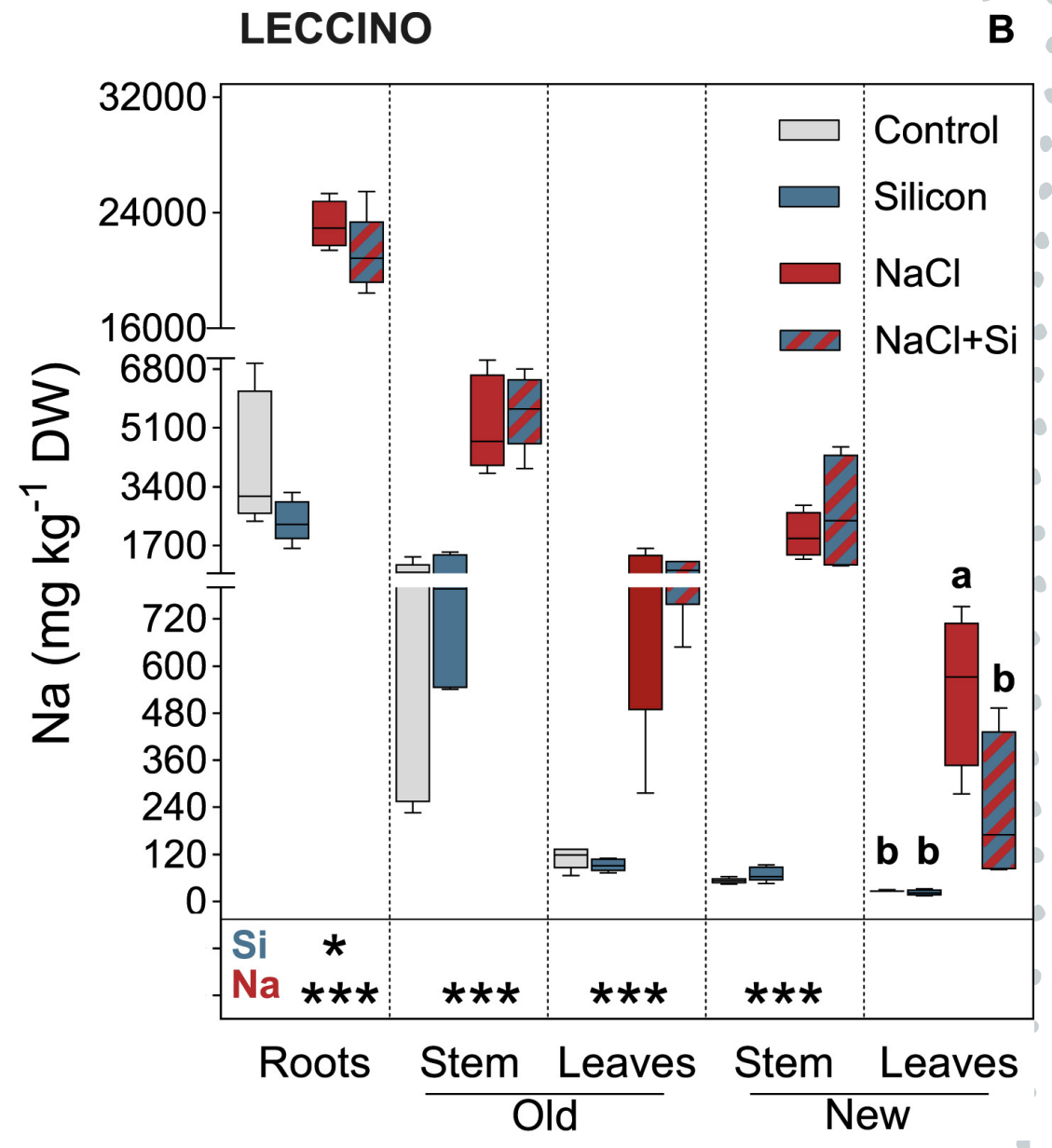
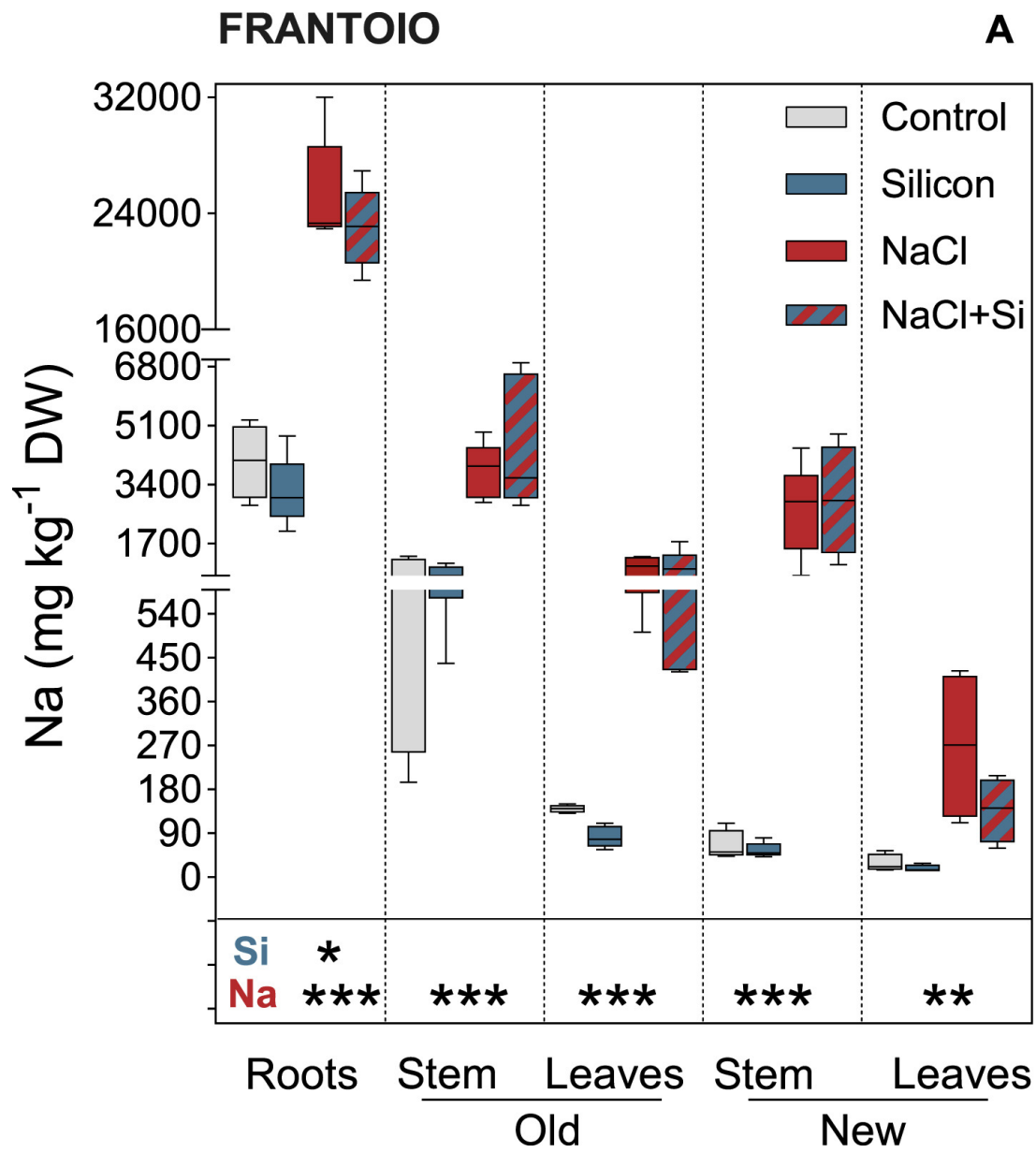


Dopo il 37° giorno, in 'Frantoio' sono risultati significativi esclusivamente gli effetti principali di Si e NaCl.

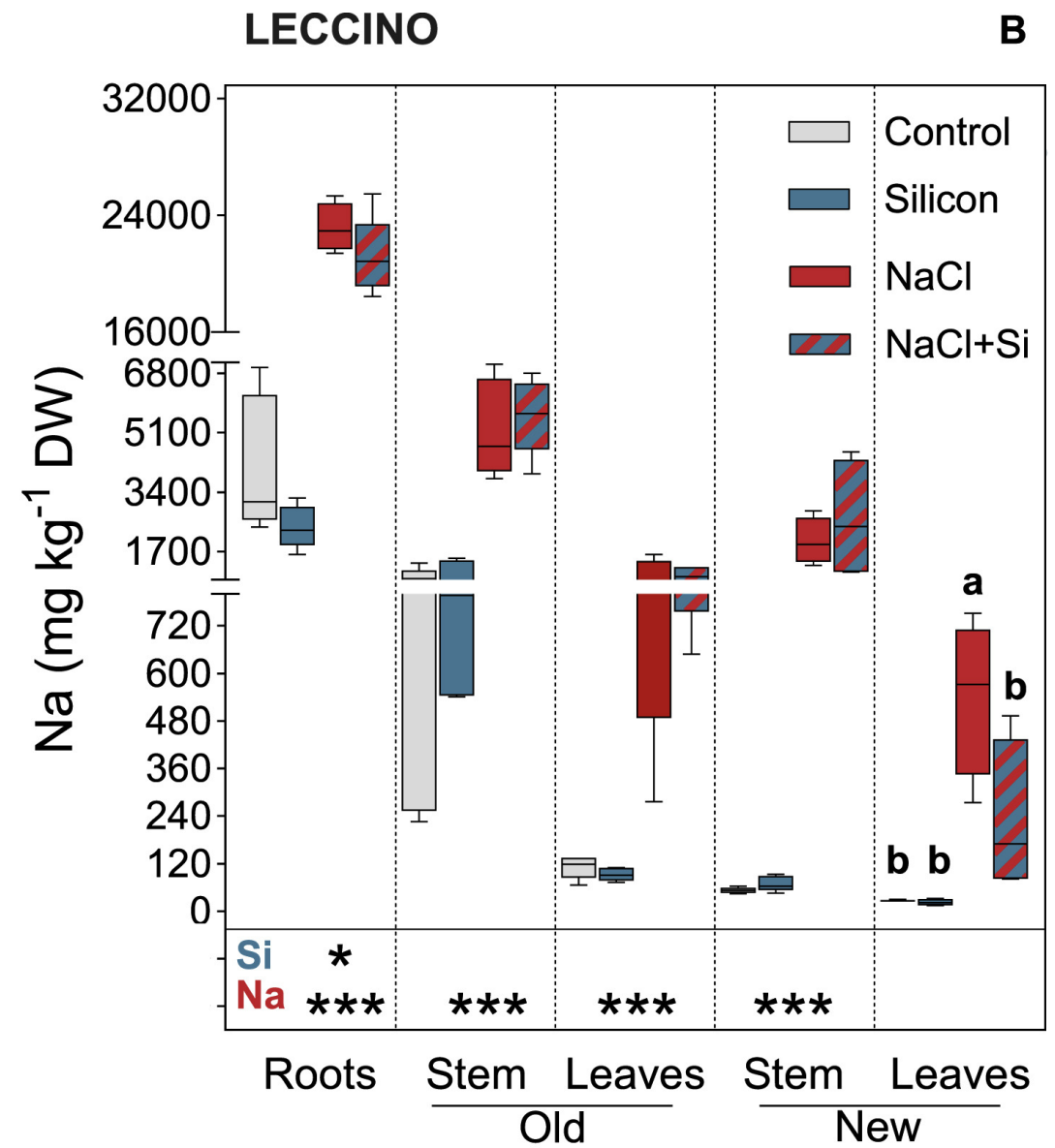
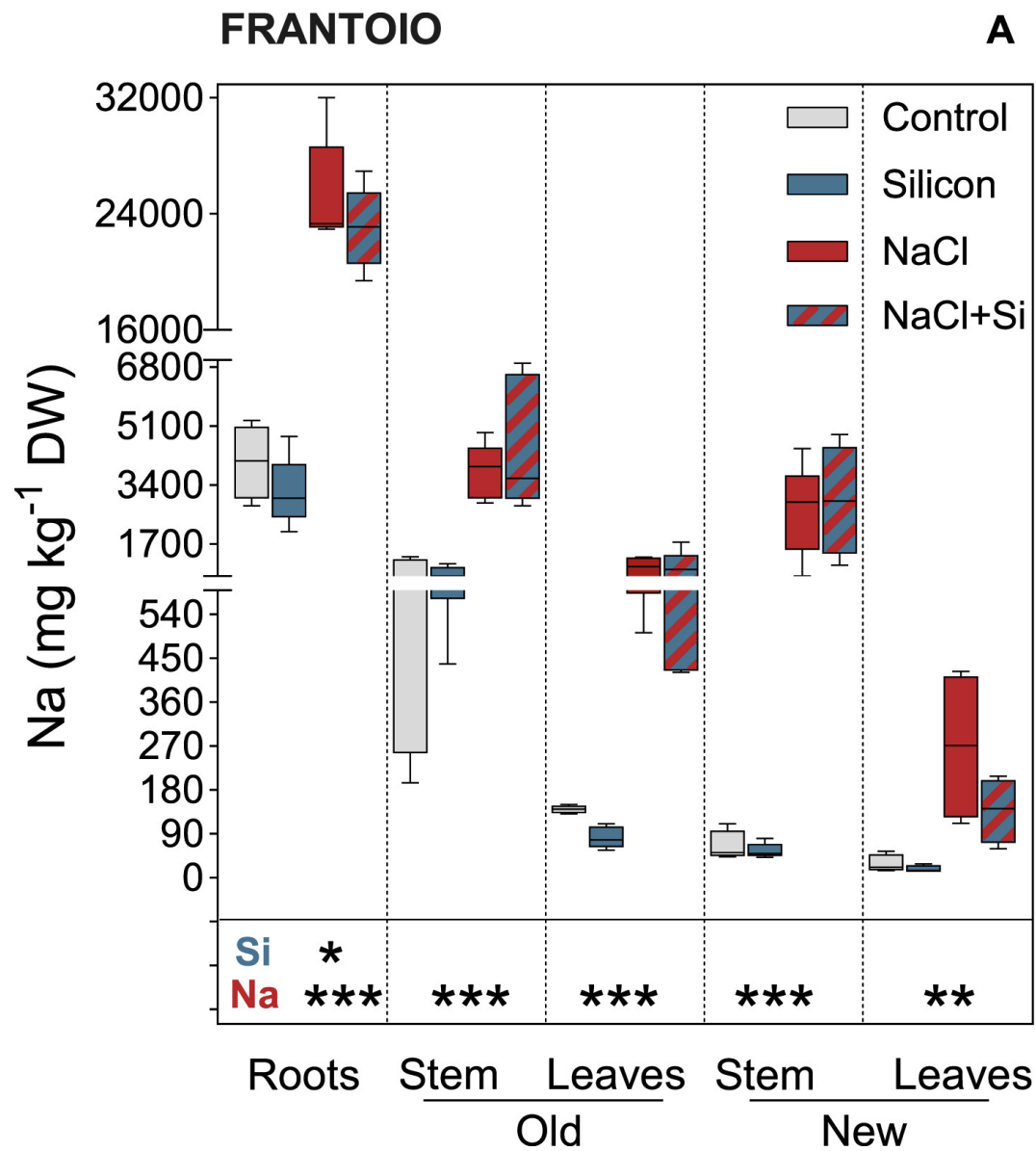


Per quanto riguarda 'Leccino', l'unico fattore che ha mostrato significatività è stato il trattamento con NaCl.

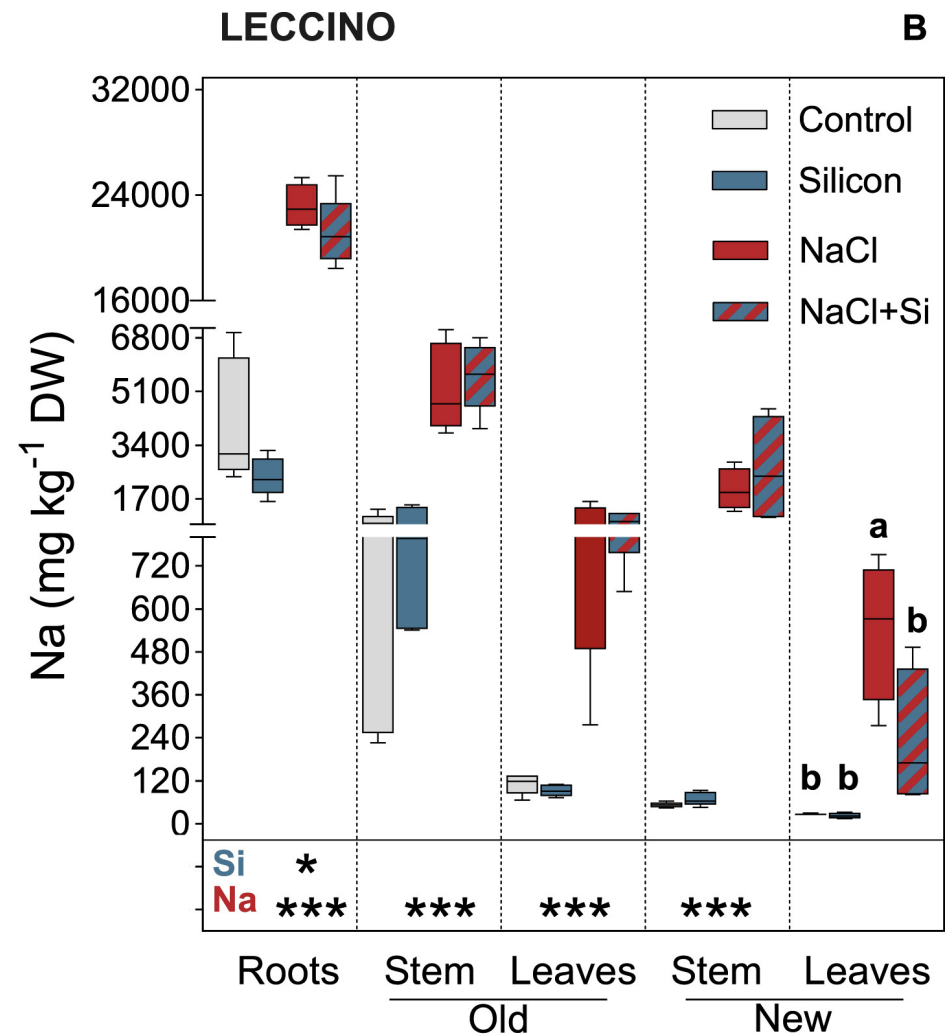
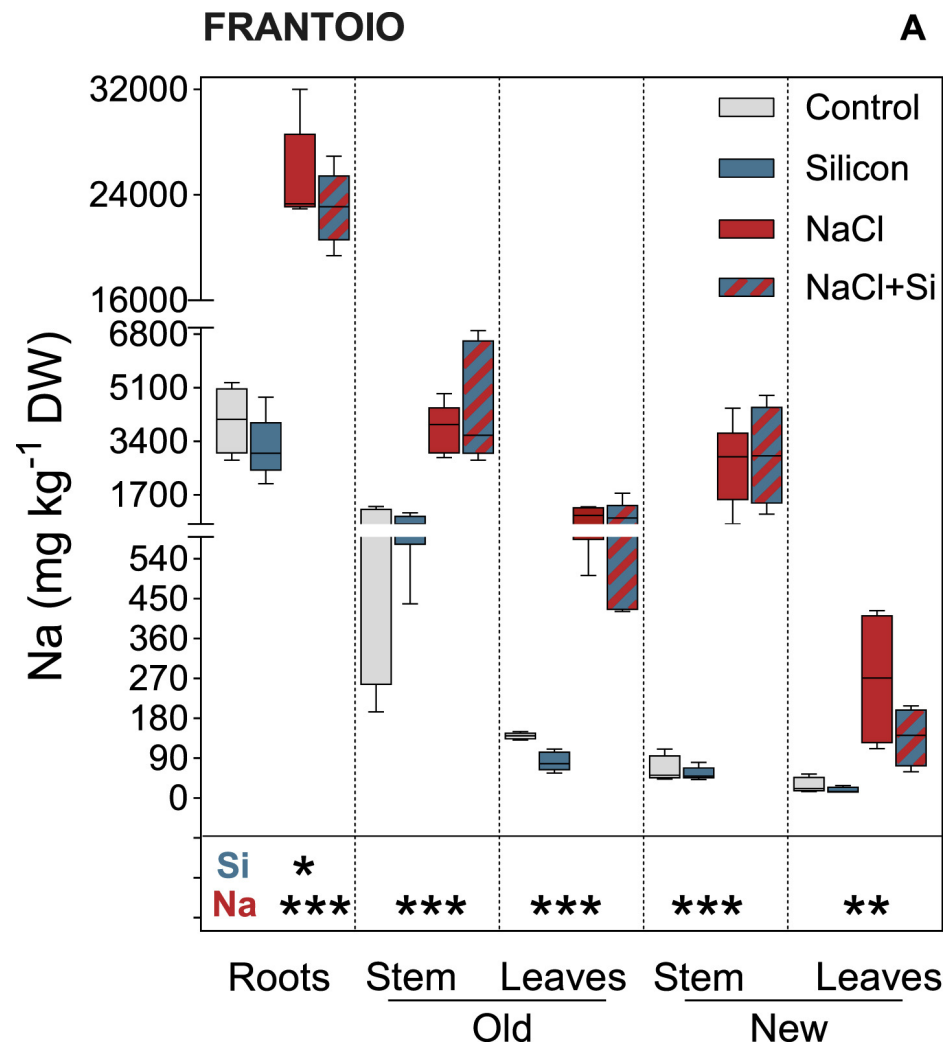




Effetti significativi del pre-trattamento con Si (silicio) -> riduzione della concentrazione di sodio nelle radici in entrambe le cultivar

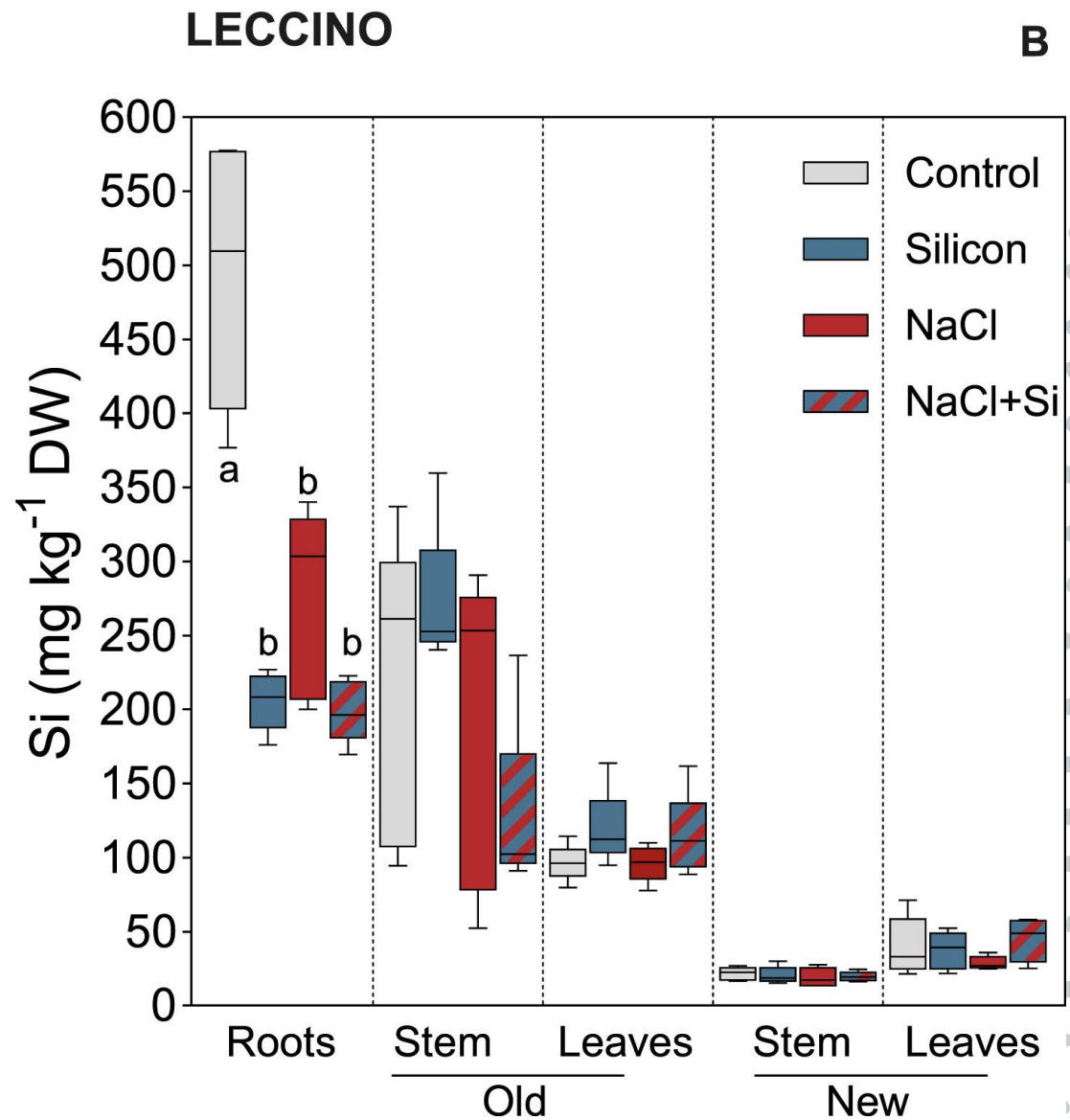
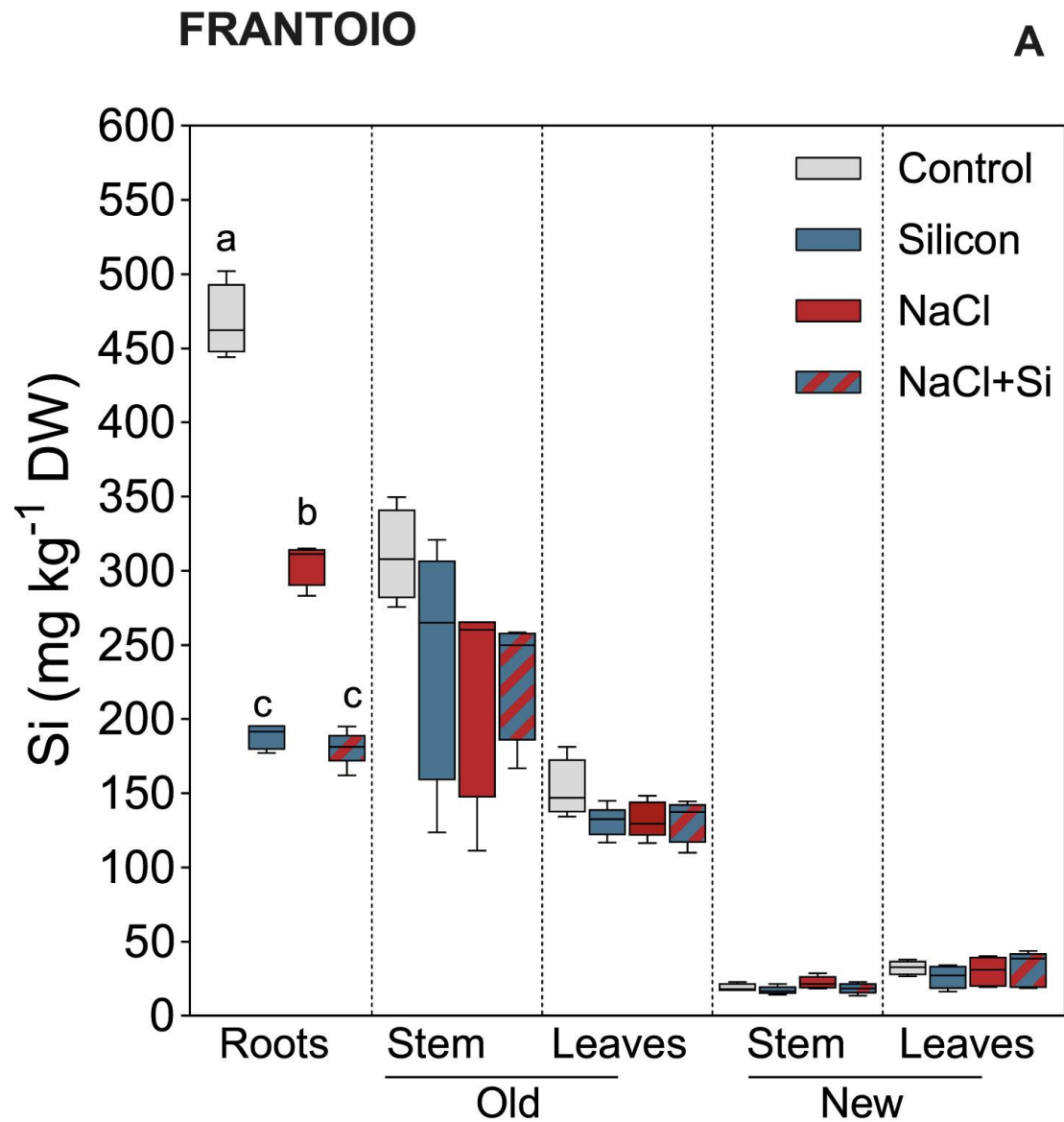


Un aumento significativo della concentrazione di sodio è stato riscontrato nelle foglie giovani di entrambe le cultivar, con livelli più elevati osservati nel 'Leccino' rispetto al 'Frantoio'.



Nella cultivar 'Leccino' è stata riscontrata un'interazione significativa tra Si e NaCl. Il gruppo trattato con NaCl + Si ha mostrato una concentrazione di [Na⁺] significativamente ridotta (228 mg kg⁻¹) rispetto al gruppo trattato solo con NaCl (542 mg kg⁻¹), con una diminuzione del 58%.

Analogamente, nella cultivar 'Frantoio' (tollerante al sale) si è osservata una tendenza simile, con valori di 138 mg kg⁻¹ nel gruppo NaCl + Si rispetto a 269 mg kg⁻¹ nel gruppo NaCl, corrispondente a una riduzione del 49%.



La concentrazione di Si non ha subito variazioni negli organi delle due cultivars, fatta eccezione per le radici, dove si è osservata una riduzione significativa dovuta all'interazione tra Si e NaCl.

Nickel



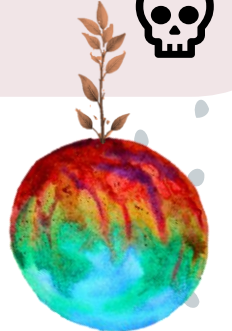
MICRONUTRIENTE
Essenziale
(0.05 - 10 mg kg⁻¹ DW)

- Supporta la crescita e la riproduzione
- Attivazione dell'ureasi e riciclo dell'azoto
- Tolleranza agli stress



ELEMENTO Tossico
(>10 mg kg⁻¹ DW)

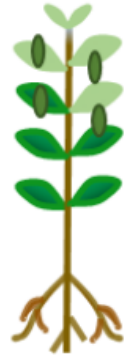
- Riduce la biomassa e compromette la fotosintesi
- Sintomi visibili: clorosi, necrosi
- Squilibri nutrizionali



- Chen et al., 2009. *Clean Soil Air Water*, 37(4–5), 304–313. Duda-Chodak & Błaszczuk, 2008. *J. Elem.*, 13(4), 685–693. Gillette, 2008. *Dermatol. Times*, 4, 15–16. Ragsdale, 1998. *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 2(2), 208–215.
- Snow et al., 1992. *Pharmacol. Ther.*, 53(1), 31–65. Schaaf et al., 2006. *J. Biol. Chem.*, 281(35), 25532–25540. Shazad et al., 2018. *Plant Physiol. Biochem.*, 132, 641–651. Zheng et al., 2024. *Plant Sci.*, 15, 1467015.



Cipressino



n=7

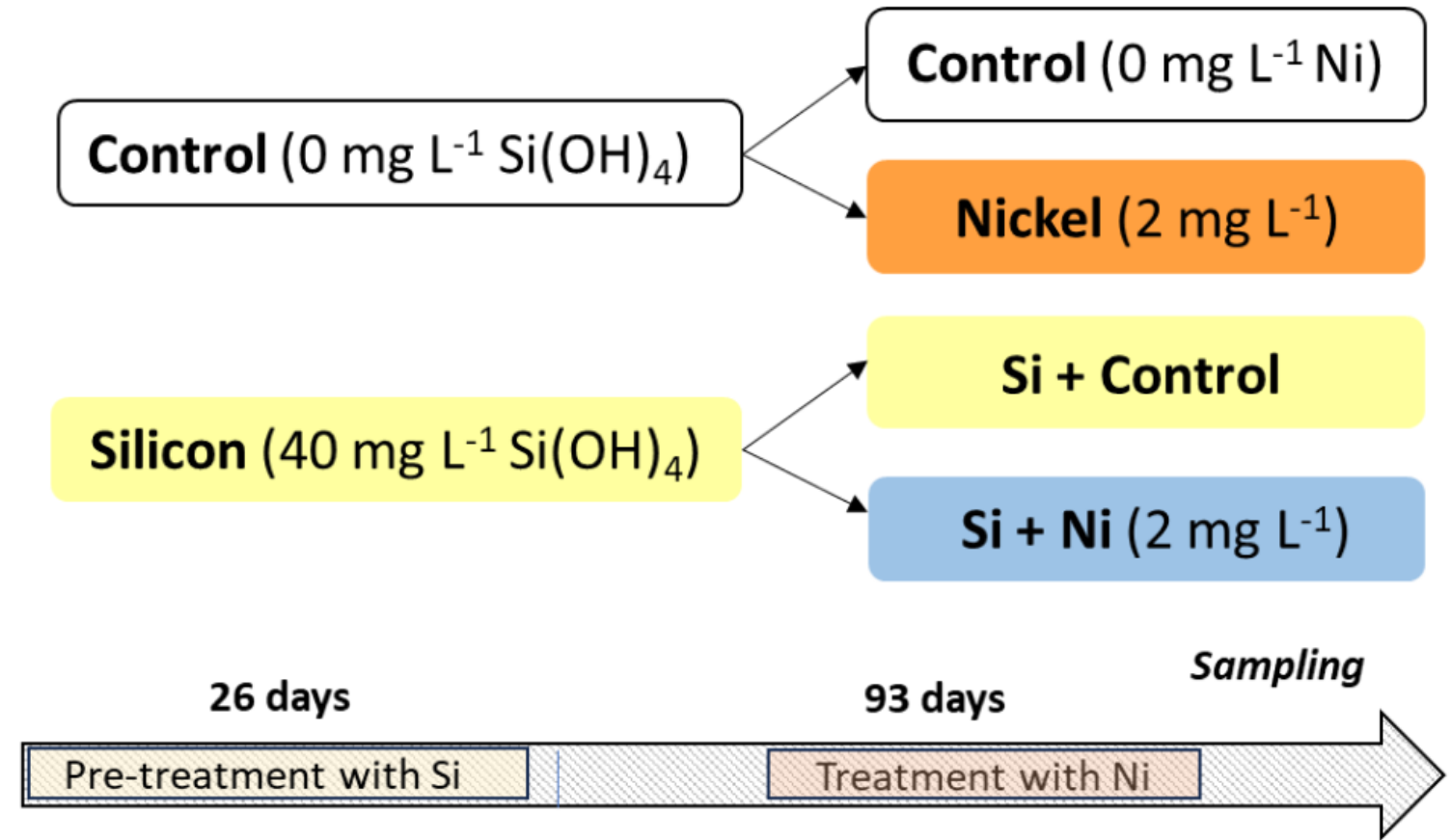


Figure 1 - The scheme of the experimental design showing the number of plants, the treatments applied, and the sampling time.

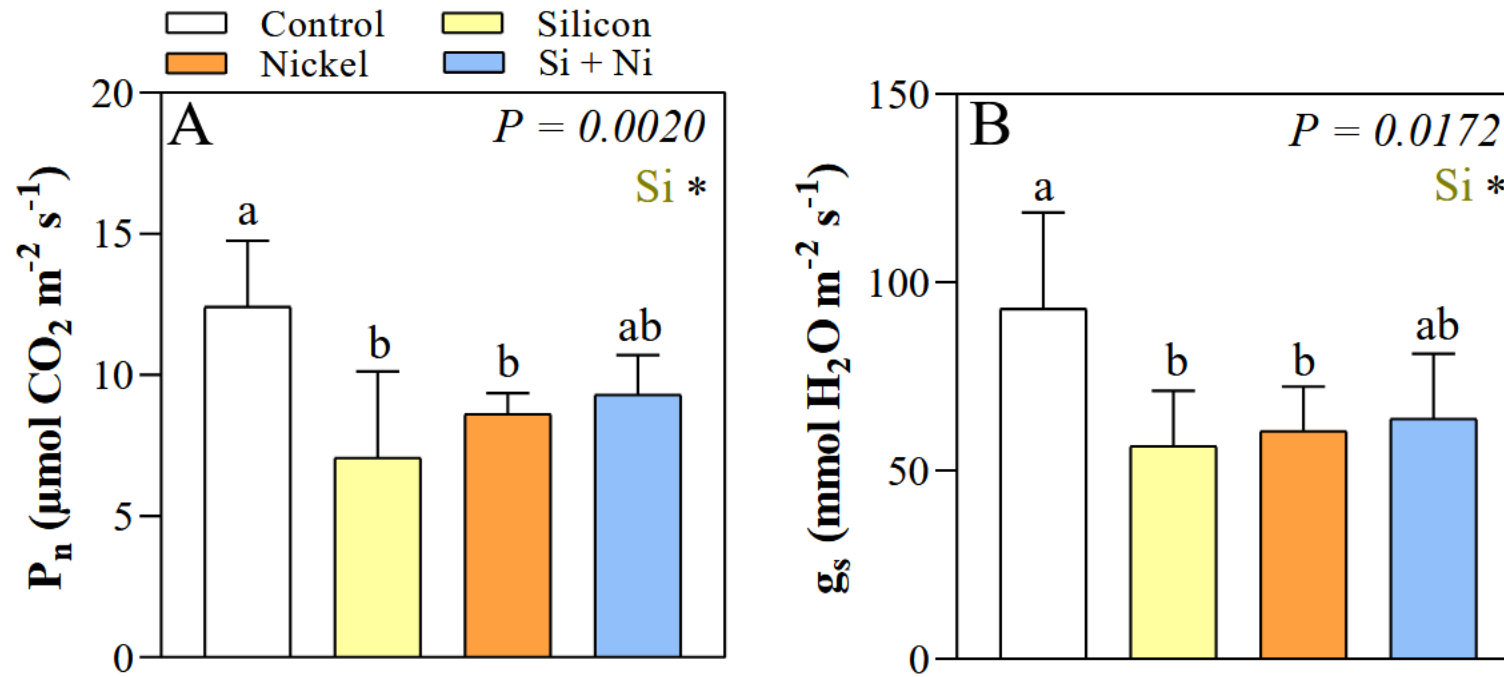
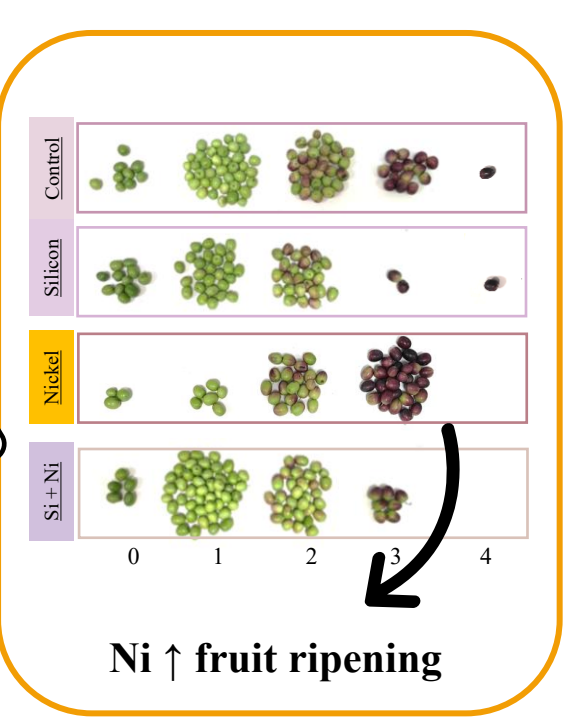
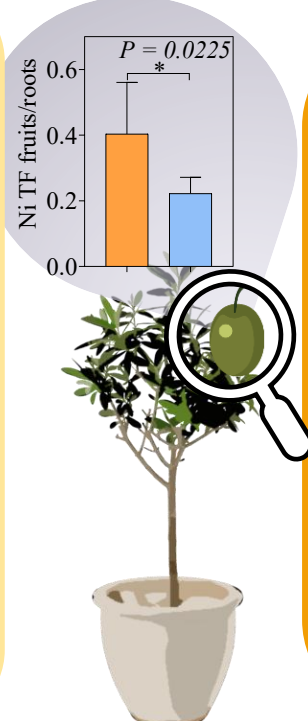
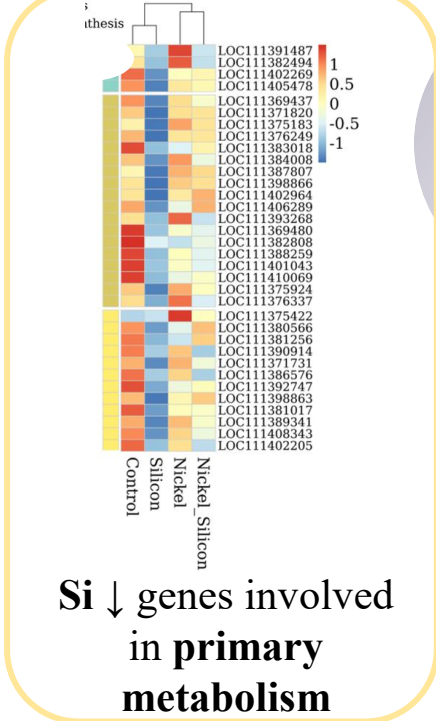
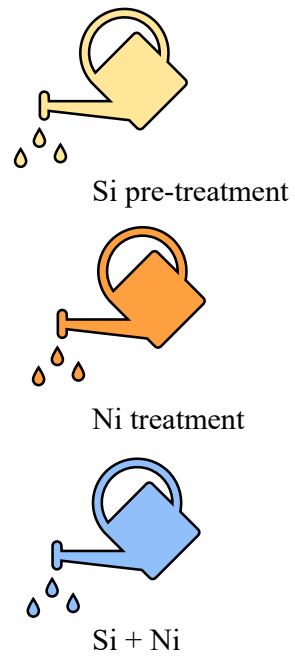
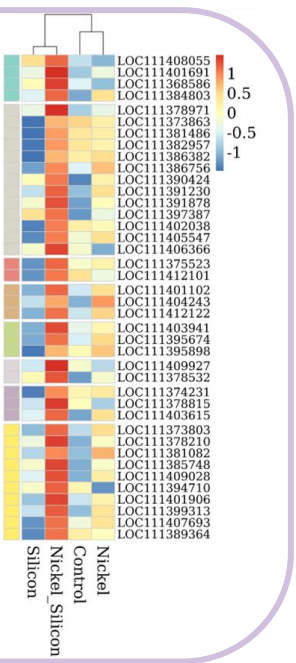
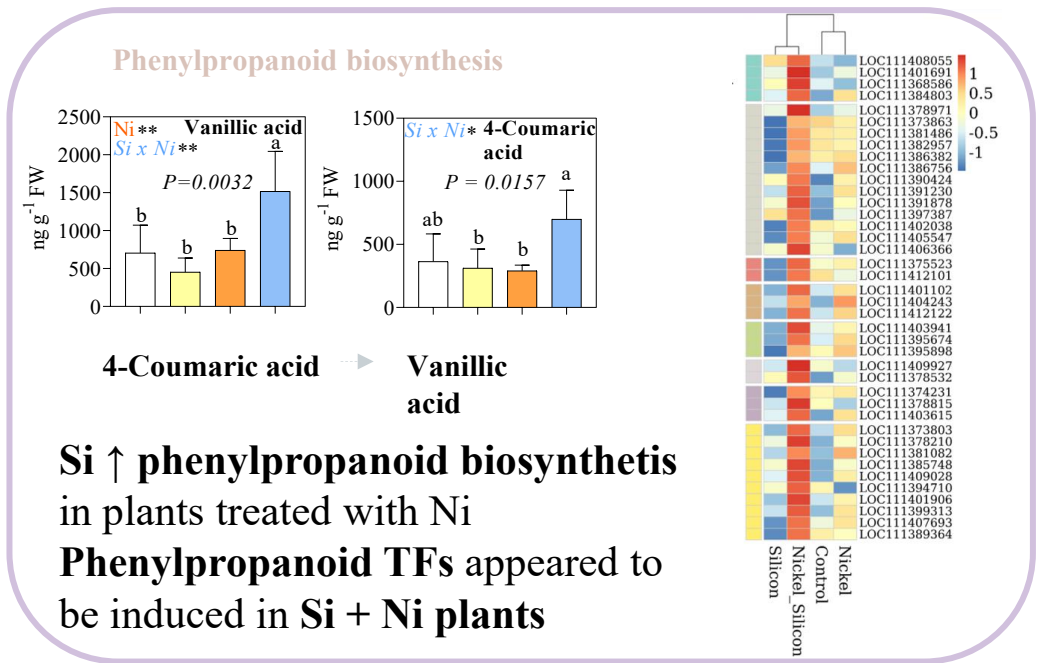


Figure 2 - Bar plots of P_n (A) and g_s (B) of *Olea europaea* L. ‘Cipressino’ treated with: Control (0 mg L^{-1} Si(OH)_4 , 0 mg L^{-1} Ni), Silicon (40 mg L^{-1} Si(OH)_4), Nickel (2 mg L^{-1}), and Si + Ni (2 mg L^{-1} Ni + 40 mg L^{-1} Si(OH)_4) last day of the experiment (118 day). Data represent mean + SD (n = 6). Main effects of Si, and their interaction from two way-ANOVA are displayed in tables within the plot. Significant main effects are marked as * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$. Different letters indicate significant differences between groups (Tukey post Hoc test, $p < 0.05$).



www.nature.com/scientificdata



scientific data

OPEN DATA DESCRIPTOR

PacBio genome assembly of *Olea europaea* L. subsp. *europaea* cultivars Frantoio and Leccino

Luca Sebastiani¹, Iqra Sarfraz¹, Alessandra Francini¹, Mirko Celii², Rod A. Wing^{2,3} & Andrea Zuccolo^{1,2}

[Check for updates](#)

Messaggi da portare a casa

(Take-home messages)

- I biostimolanti sono un componente importante per garantire la sostenibilità e resilienza delle colture arboree.
- L'efficacia ottimale si raggiunge attraverso applicazioni preventive allo stress ed integrate all'interno di piani di gestione complessiva.
- Risulta fondamentale misurare l'efficacia dei biostimolanti tramite indicatori oggettivi e scientificamente validati.
- Serve un trasferimento delle conoscenze dal laboratorio al campo.