



**22  
NOV  
24**

**FORUM NAZIONALE**

# **FORESTE IN COMUNE**

**STRATEGIE DI FORESTAZIONE URBANA  
PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

**10000 ALBERI PER PADOVA – RISULTATI PRELIMINARI DELLA RICERCA**

**ALESSIO FINI, DISAA, UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO**

## Programmi di piantagione



Forestami

1 0 0 0 0 0 0  
TREES PLANTED

The benefits of one  
**Million Trees<sup>in</sup> LA**

## New EU Forest Strategy : planting three billion additional trees across Europe by 2030



As a flagship initiative of the European Green Deal, the European Commission has recently adopted the New EU Forest Strategy for 2030.

# I benefici del verde

Le aree verdi forniscono **servizi ecosistemici** = benefici che derivano da processi ecologici, che, direttamente o indirettamente, aumentano lo stato di benessere dagli esseri umani.

Sono di diverse tipologie:

<i>CICES theme</i>	<i>CICES class</i>	<i>TEEB categories</i>	
Provisioning	• Nutrition	• Food, water	➔
	• Materials	• Raw materials, genetic resources, medicinal resources, ornamental resources	
Regulating and maintenance	• Energy		➔
	• Regulation of waste	• Air purification, waste treatment	
	• Flow regulation	• Disturbance prevention, regulation of water flows, erosion prevention	
	• Regulation of physical environment	• Climate regulation, maintaining soil fertility	
Cultural	• Regulation of biotic environment	• Gene pool protection, lifecycle maintenance, pollination, biological control	➔
	• Symbolic	• Information of cognitive development	
	• Intellectual and experiential	• Aesthetic, inspiration for culture, art and design, spiritual experience, recreation and tourism	

Approvvigionamento di risorse: cibo, acqua, energia

Regolazione di fenomeni ambientali (alluvioni, siccità)

Benefici culturali

*Dobbs et al., 2017, Routledge*

# Quantificazione dei servizi ecosistemici

Spesso stimati utilizzando modelli empirici o software specifici, senza opportuna calibrazione.

Es. Stoccaggio e sequestro di CO<sub>2</sub> calcolato su base dendrometrica

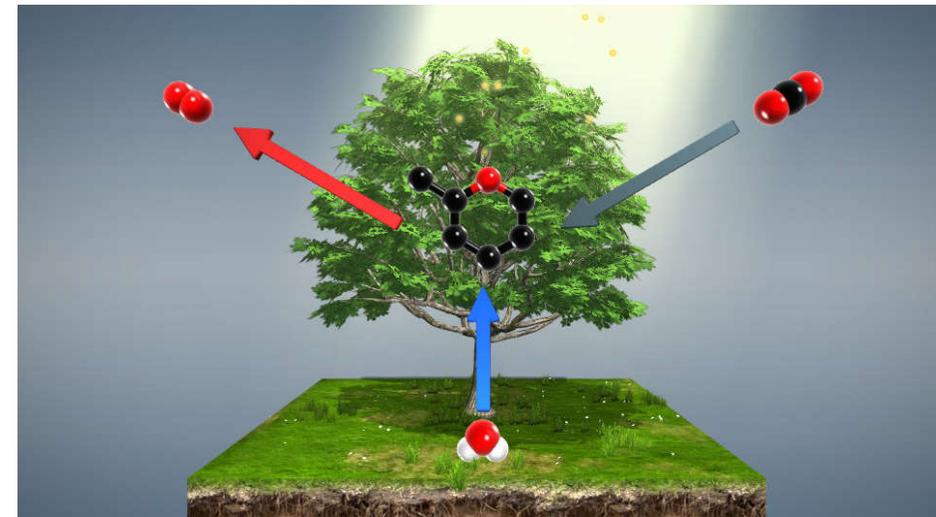
Necessità di passare a metodi di stima basati sui processi

Table 1 Parameter estimates for allometric equations relating volume (m<sup>3</sup>) and diameter breast height (DBH, cm)

Tree species (Spp. Code)	a	b	R <sup>2</sup>	RMSE
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> (FRPE)	5.9 E-04	2.206	0.987	0.175
<i>Gleditsia triacanthos</i> (GLTR)	5.1 E-04	2.220	0.988	0.188
<i>Tilia cordata</i> (TICO)	9.4 E-04	2.042	0.953	0.257
<i>Quercus macrocarpa</i> (QUMA)	2.4 E-04	2.425	0.938	0.365
<i>Celtis occidentalis</i> (CEOC)	1.4 E-03	1.928	0.959	0.293
<i>Ulmus americana</i> (ULAM)	1.8 E-03	1.869	0.924	0.268
<i>Acer platanoides</i> (ACPL)	1.9 E-03	1.785	0.940	0.280
<i>Ulmus pumila</i> (ULPU)	4.9 E-03	1.613	0.874	0.461
<i>Populus sargentii</i> (POSA)	2.1 E-03	1.873	0.991	0.181
<i>Gymnocladus dioicus</i> (GYDI)	4.2 E-04	2.059	0.816	0.411
<i>Acer saccharinum</i> (ACSA)	3.6 E-04	2.292	0.964	0.334

Parameter values are given for each individual species. The equation form is  $\text{Volume} = a(\text{DBH})^b$

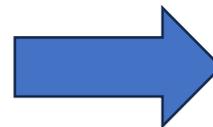
McHale et al., 2009, Urban Ecosys



Crescita



Sequestro e stoccaggio



Fotosintesi



Carboidrati

# Il Progetto LIFE URBANGREEN

Uno degli obiettivi di Progetto è stato quantificare I servizi ecosistemici di regolazione forniti da diverse specie arboree e arbustive



Rimini	Cracovia
<u><i>Quercus robur</i></u>	<u><i>Quercus robur</i></u>
<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<u><i>Populus nigra</i></u>	<u><i>Populus nigra</i></u>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Ulmus laevis</i>
<u><i>Pinus pinea</i></u>	<u><i>Pinus nigra</i></u>
<u><i>Tilia x europaea</i></u>	<u><i>Tilia cordata</i></u>
<u><i>Aesculus hippocastanum</i></u>	<u><i>Aesculus hippocastanum</i></u>
<u><i>Acer negundo</i></u>	<u><i>Acer platanoides</i></u>
<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Prunus laurocerasus</i>	<i>Cornus alba</i>

LIFE URBANGREEN  
([www.lifeurbangreen.eu](http://www.lifeurbangreen.eu))



CO<sub>2</sub>-assimilation, sequestration, and storage by urban woody species growing in parks and along streets in two climatic zones

Alessio Fini<sup>a,\*</sup>, Irene Vigevani<sup>a,b,c</sup>, Denise Corsini<sup>a,b</sup>, Piotr Wężyk<sup>d,e</sup>, Katarzyna Bajorek-Zydroń<sup>d</sup>, Osvaldo Failla<sup>a</sup>, Edoardo Cagnolati<sup>f</sup>, Lukasz Mielczarek<sup>g</sup>, Sebastien Comin<sup>a</sup>, Marco Gibin<sup>a</sup>, Alice Pasquinelli<sup>h</sup>, Francesco Ferrini<sup>b,i</sup>, Paolo Viskanic<sup>h</sup>



Article

## Particulate Pollution Capture by Seventeen Woody Species Growing in Parks or along Roads in Two European Cities

Irene Vigevani<sup>1,2,3,\*</sup>, Denise Corsini<sup>2</sup>, Jacopo Mori<sup>2</sup>, Alice Pasquinelli<sup>4</sup>, Marco Gibin<sup>1</sup>, Sebastien Comin<sup>1</sup>, Przemysław Szwałko<sup>5</sup>, Edoardo Cagnolati<sup>6</sup>, Francesco Ferrini<sup>2</sup> and Alessio Fini<sup>1</sup>

## Effects of management on the provisioning of ecosystem services by mature urban trees

A. Fini<sup>1\*</sup>, I. Vigevani<sup>2,3</sup>, D. Corsini<sup>1</sup>, P. Wężyk<sup>4,5</sup>, E. Cagnolati<sup>6</sup>, L. Mielczarek<sup>7</sup>, A. Pasquinelli<sup>8</sup>, F. Ferrini<sup>2</sup>, P. Viskanic<sup>8</sup>

Acta Hortic., in revisione

## 10000 alberi - Le specie monitorate a Padova

---



*Liriodendron tulipifera* –

- Specie originaria del Nord America, non invasiva in Italia per la non germinabilità del seme.
- Raggiunge i 30 m di Altezza a maturità
- Fiori simili a tulipani, molto ornamentali, in Maggio
- Splendida colorazione giallo intense autunnale

*Ginkgo biloba*–

- Specie originaria della Cina, unica superstite della sua Famiglia.
- Raggiunge 15-24 m di altezza a maturità, estremamente rustica.
- Dioica, il frutto è sgradevole
- Splendida colorazione giallo intense autunnale





## 10000 alberi – Esperimento benefici

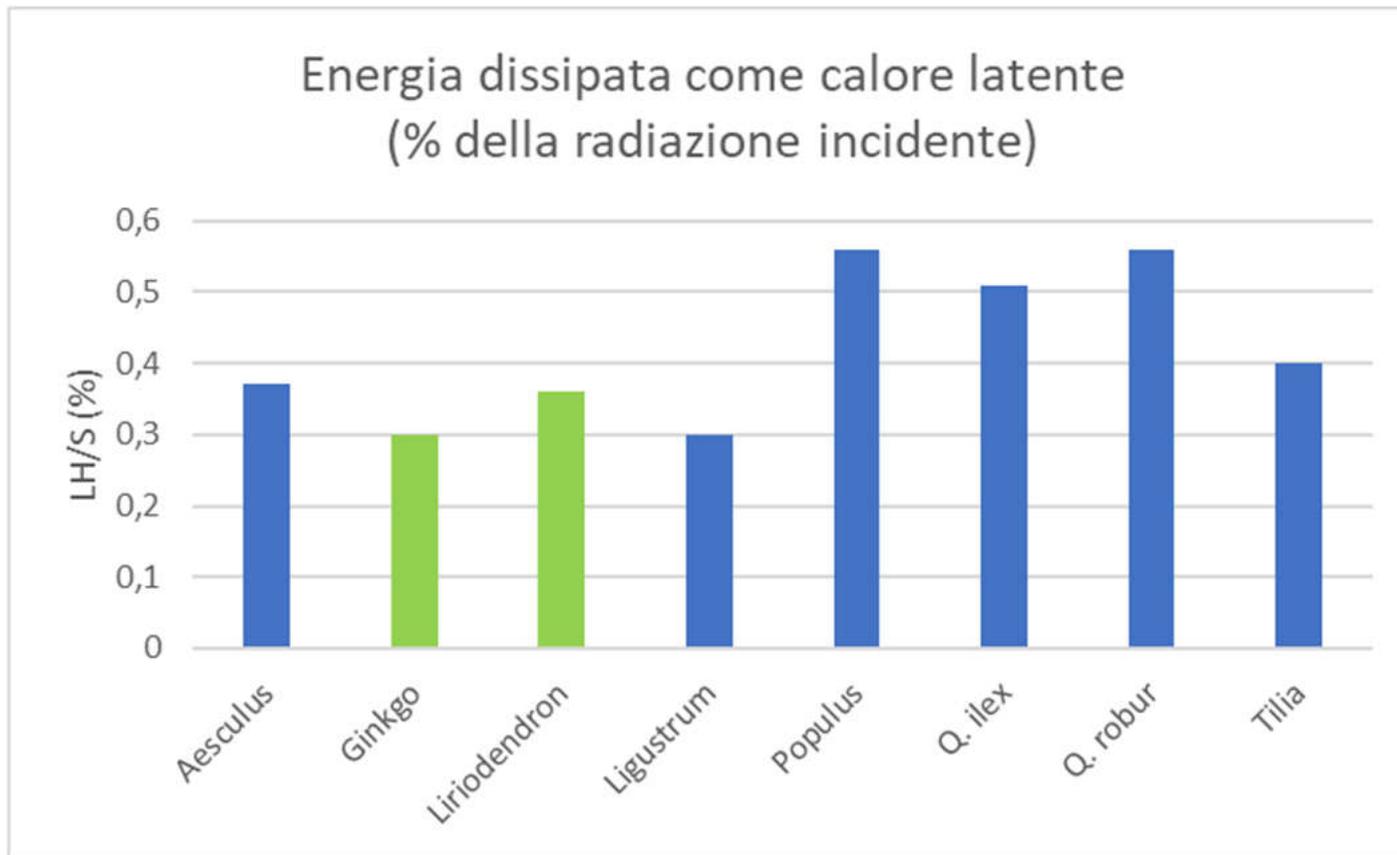
- Individuazione delle piante e sopralluoghi di verifica del censimento
- Definizione delle repliche
- Misurazioni dendrometriche su circa 70 piante per specie





# Raffrescamento del microclima ad opera della traspirazione

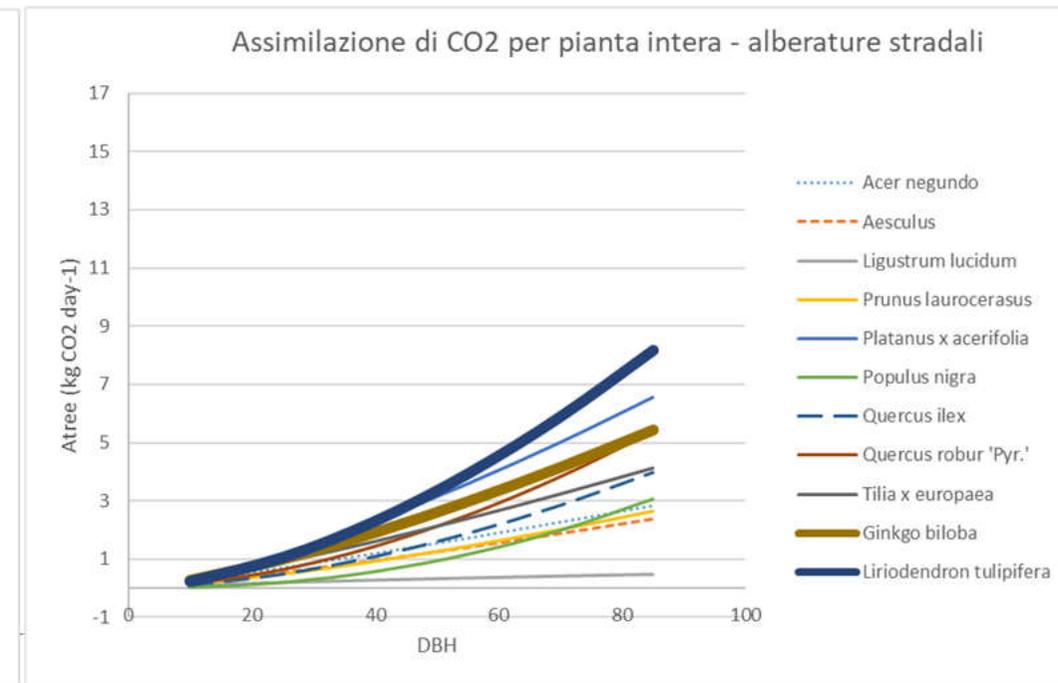
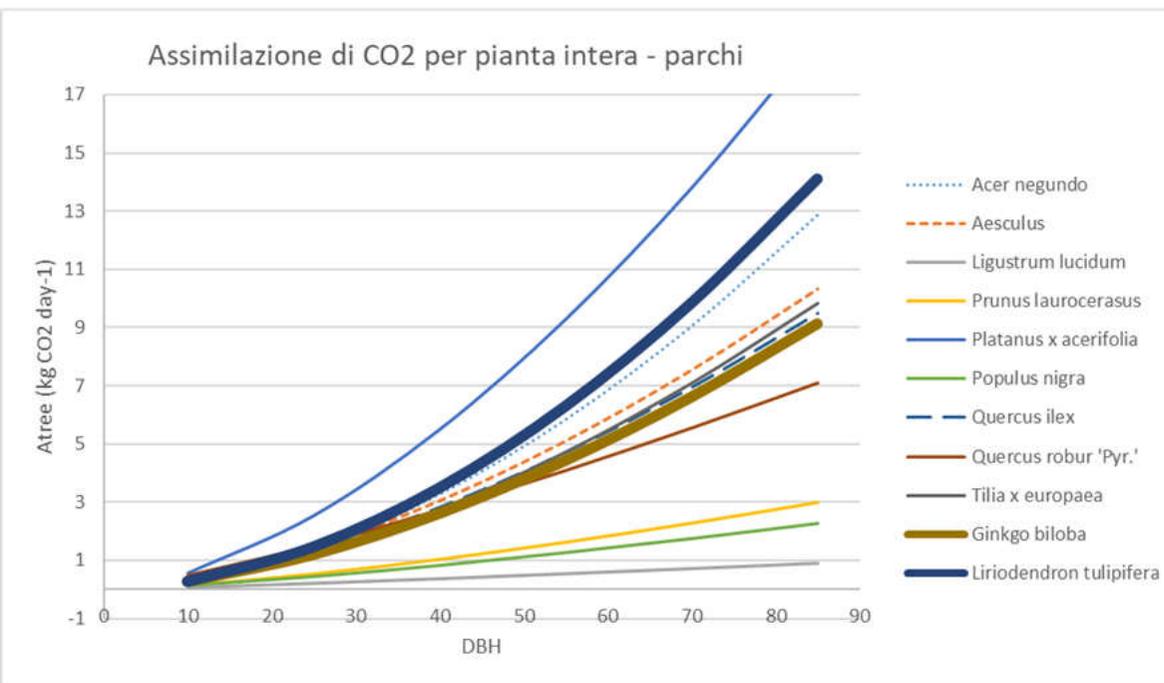
- Le piante traspirano ingenti quantità di acqua.
- Ogni kg di acqua evaporata, dissipa 2450 kJ di energia come calore latente, raffrescando l'ambiente.
- Sulla base della conduttanza stomatica misurata e di dati meteo, l'equazione di Penman-Monteith permette di calcolare il calore latente dissipato dalla traspirazione.



Dati preliminari riferiti  
alla stagione autunnale –  
confronto con specie LIFE  
URBANGREEN

# Assimilazione di CO<sub>2</sub> – Padova (dati preliminari) e LIFE URBANGREEN

- Quantità di CO<sub>2</sub> assimilata (kg CO<sub>2</sub> giorno<sup>-1</sup>) da piante intere delle diverse specie, a dimora in parchi o come alberature stradali, nell'arco di 24 ore. Sono simulati alberi con diametro del fusto compreso tra 10 e 85 cm.
- L'assimilazione della pianta intera è stata calcolata facendo l'upscaling dei dati di fotosintesi netta misurati utilizzando un modello multi-layer.
- Le specie misurate a Padova, evidenziato con maggior spessore, sono rappresentate insieme a quelle misurate nella Città di Rimini nel Progetto LIFE URBANGREEN.
- Le differenze tra parco e strada sono imputabili a diversi raggi della chioma, poichè la quantità di CO<sub>2</sub> assimilata per unità di area di proiezione della chioma non differiva tra parco e strada

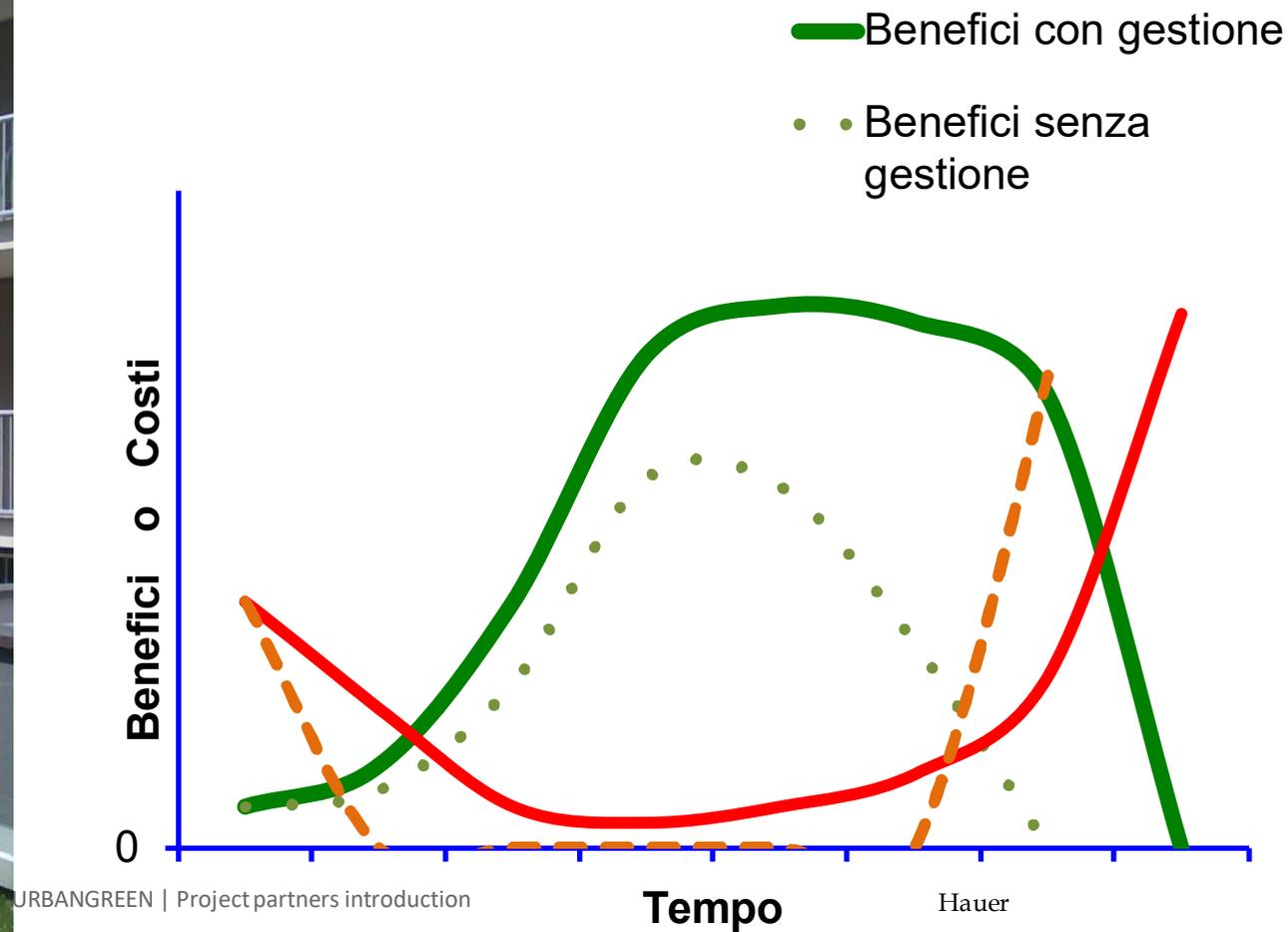


# Piantare = benefici?



Prima il beneficio netto di un nuovo impianto divenga positivo, è necessario che l'albero si affranchi e cresca

Ridurre la mortalità post-trapianto e favorire l'affrancamento



# Migliorare la tolleranza al trapianto – la potatura

---

Testare l'ipotesi che una potatura ben effettuata all'impianto possa:

1- rimuovere precocemente difetti strutturali e formare una struttura solida, senza infliggere ferite di grandi dimensioni

2- ridurre l'area fogliare e mitigare lo stress da trapianto, senza penalizzare la crescita

La potatura è stata effettuata al trapianto (fine febbraio 2022)

In media, è stato rimosso il 21-24% delle gemme, sempre preservando la dominanza apicale



# Migliorare la tolleranza al trapianto

## Potatura al trapianto

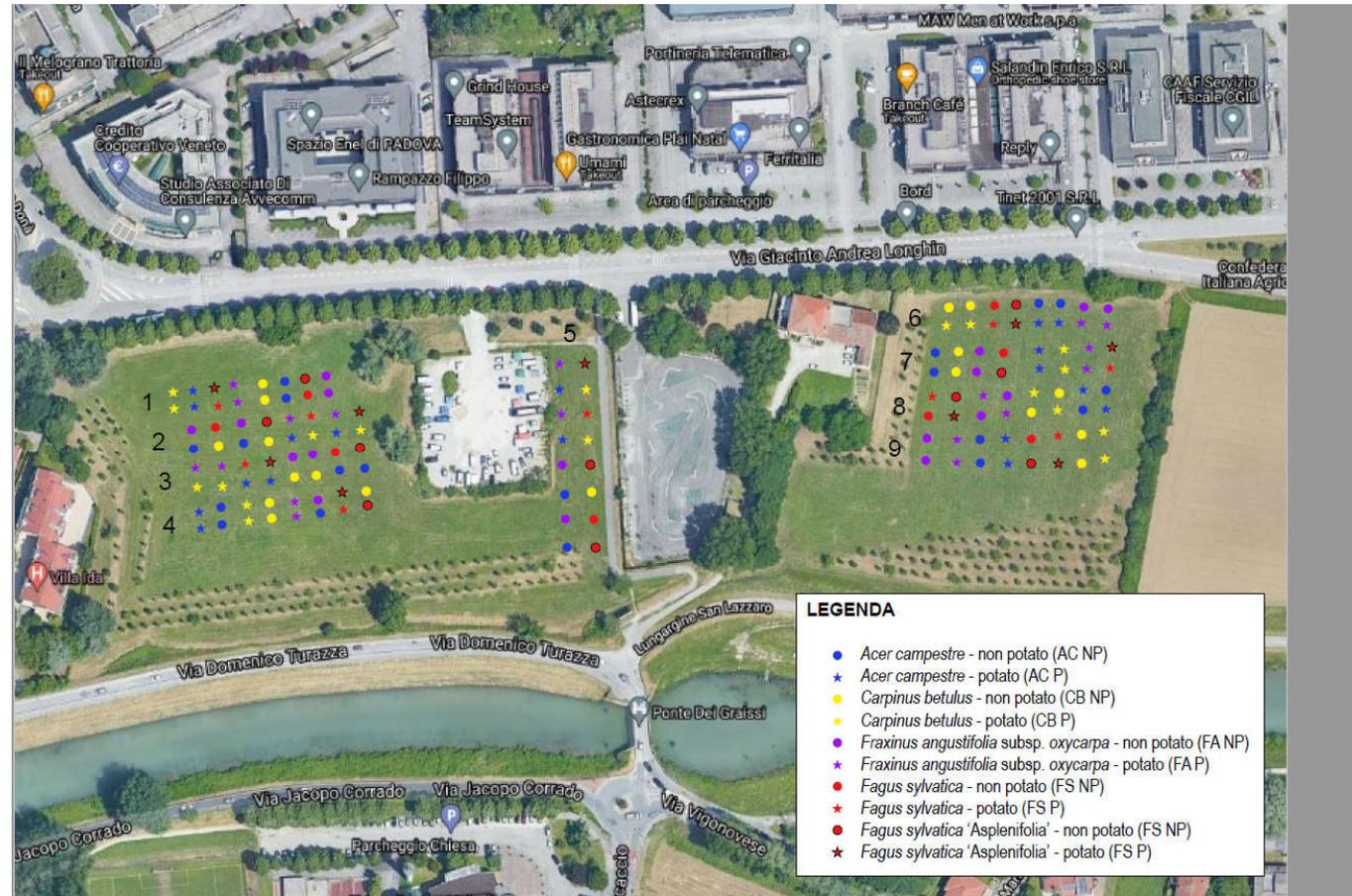
Impianto effettuato in febbraio 2022

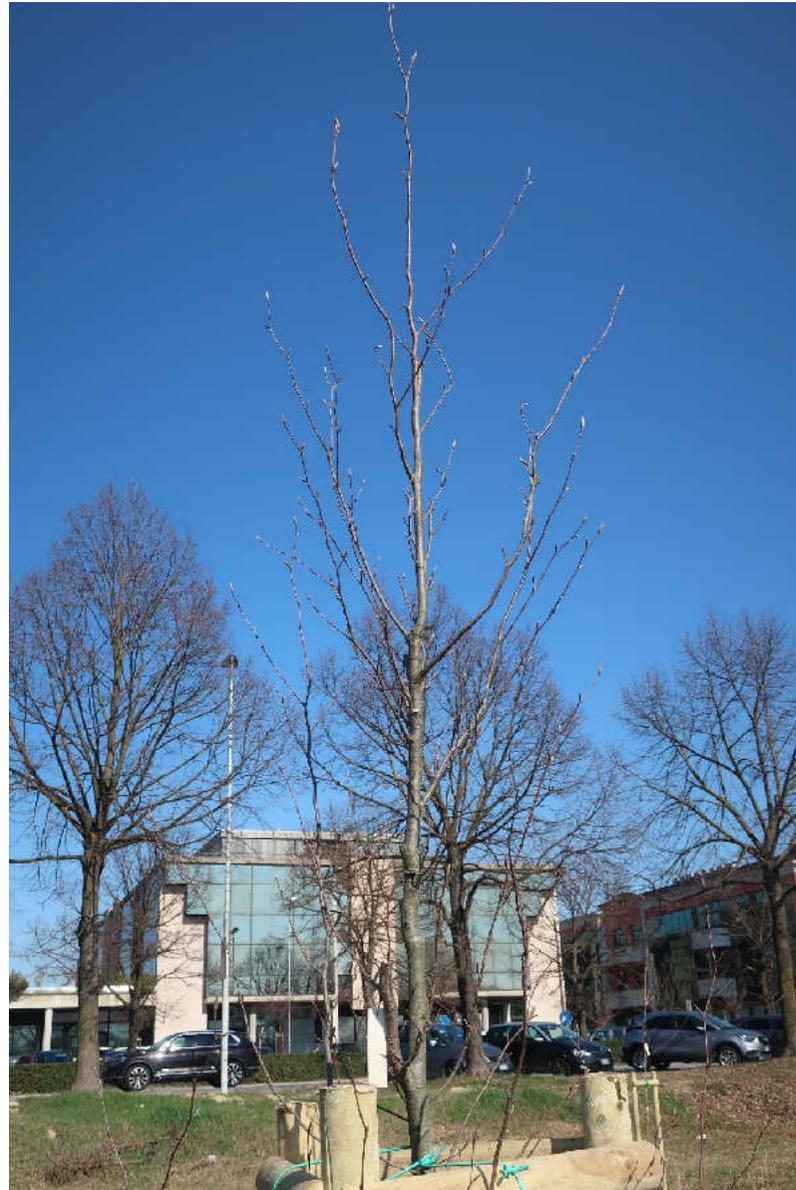
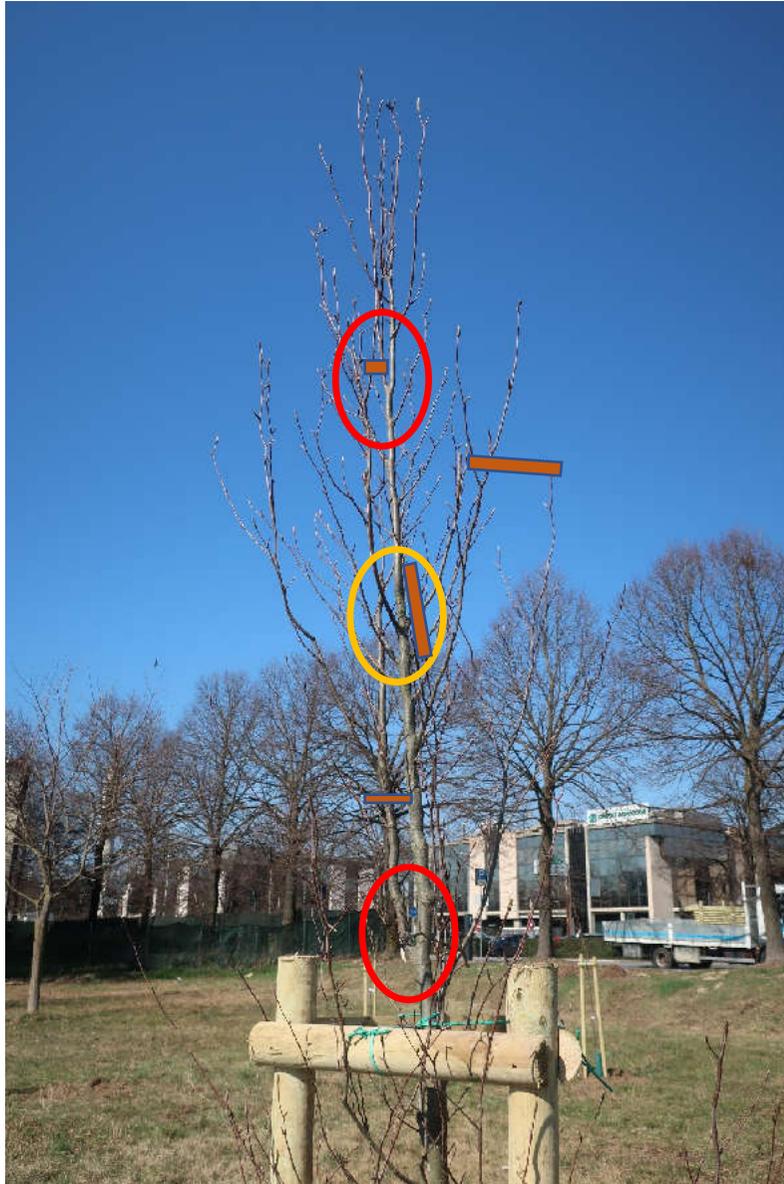
## Specie utilizzate

- 1) *Acer campestre* (alta tolleranza al trapianto)
- 2) *Carpinus betulus* (media tolleranza al trapianto)
- 3) *Fraxinus excelsior* (medio-bassa tolleranza al trapianto)
- 4) *Fagus sylvatica* (bassa tolleranza al trapianto)

## Metodi a confronto:

- 1) Nessuna potatura
- 2) Potatura secondo BMP al trapianto





## Le condizioni ambientali

---

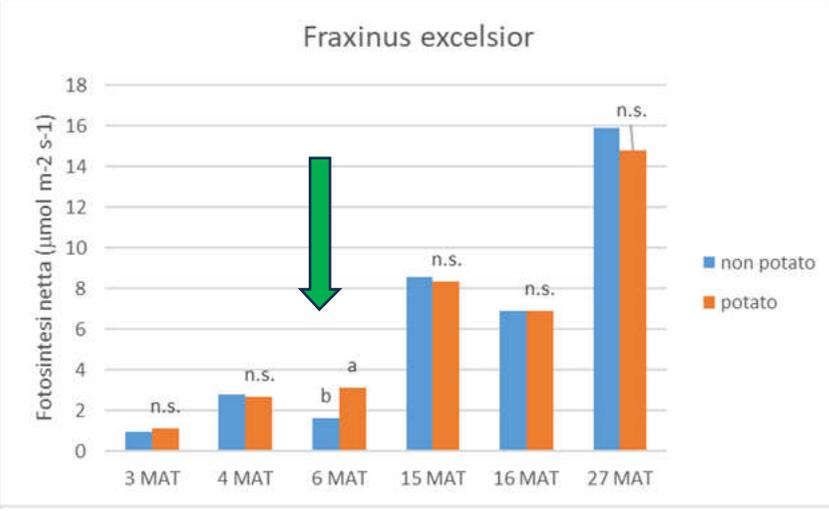
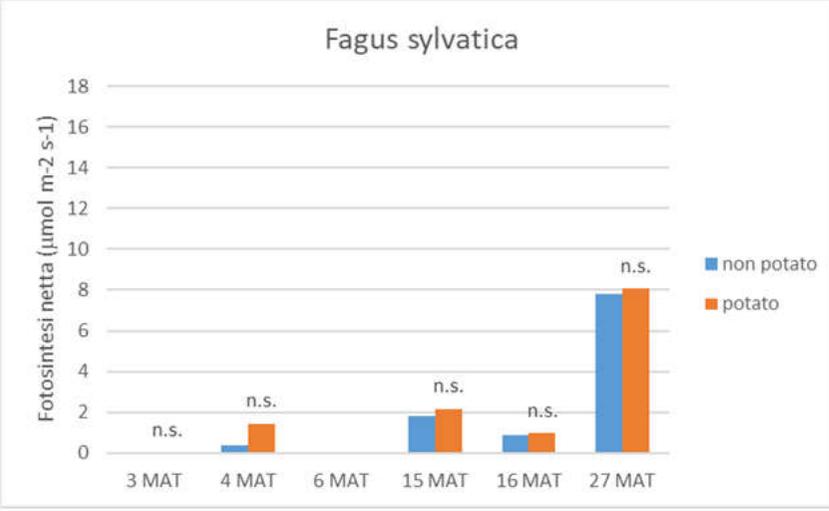
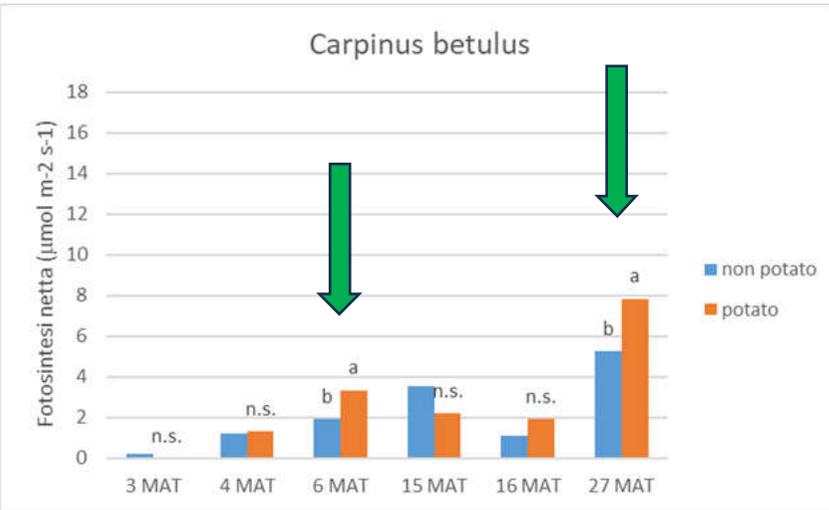
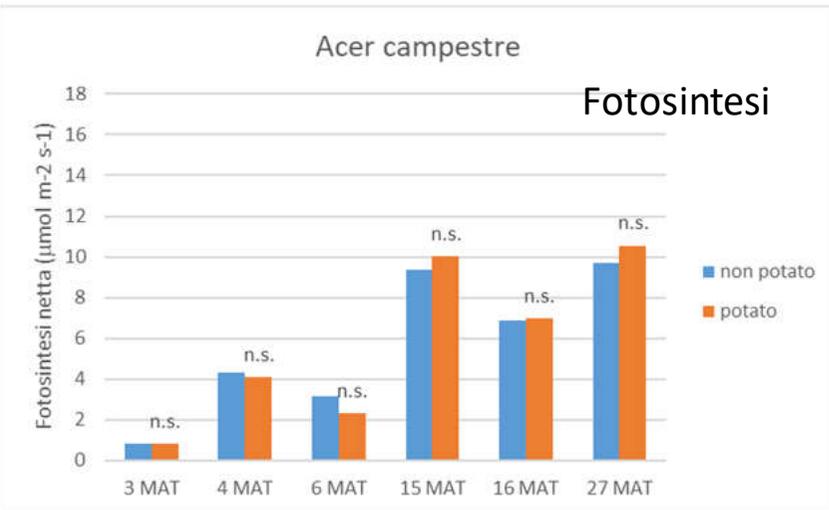
Padova	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Media/Tot
T 2022	11 °C	14 °C	22 °C	27,0 °C	30,0 °C	28 °C	21 °C	21,5 °C
T 1999-2019	8,9 °C	13,3 °C	17,8 °C	22,2 °C	24,4 °C	24,2 °C	19,5 °C	18,1 °C
Pioggia 2022	11,4 mm	38 mm	52 mm	7 mm	45 mm	78 mm	93 mm	324 mm
Pioggia 1999-2019	68 mm	92 mm	100 mm	78 mm	64 mm	79 mm	104 mm	585 mm

### La terribile stagione vegetative del 2022:

- Temperatura dell'aria di 3,4 °C superiore rispetto alla media trentennale, con picchi di circa 5 °C in giugno e luglio
- 45% in meno di precipitazioni rispetto alla media trentennale. Tra marzo e giugno 78% di pioggia in meno rispetto alle media trentennale



# La fisiologia: la fotosintesi



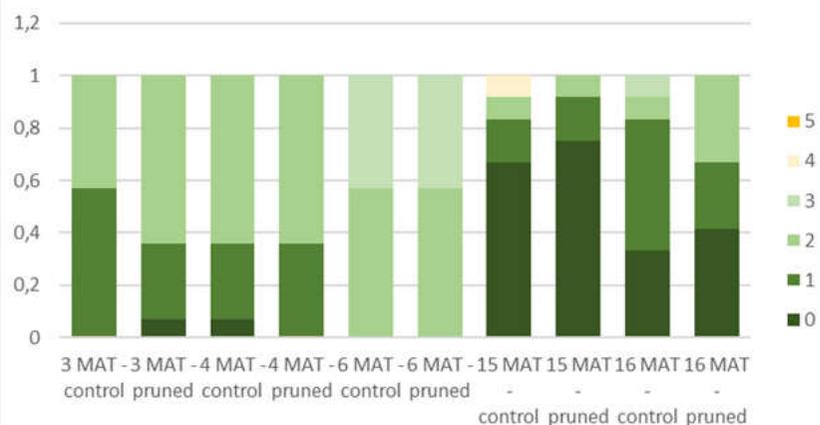
Indica la quantità di CO<sub>2</sub> assimilata, al netto della respirazione, da 1 m<sup>2</sup> di area fogliare in 1 secondo

Acer, in base ai valori di potenziale e fotosintesi, è la specie più tollerante al trapianto, Fagus la più sensibile.

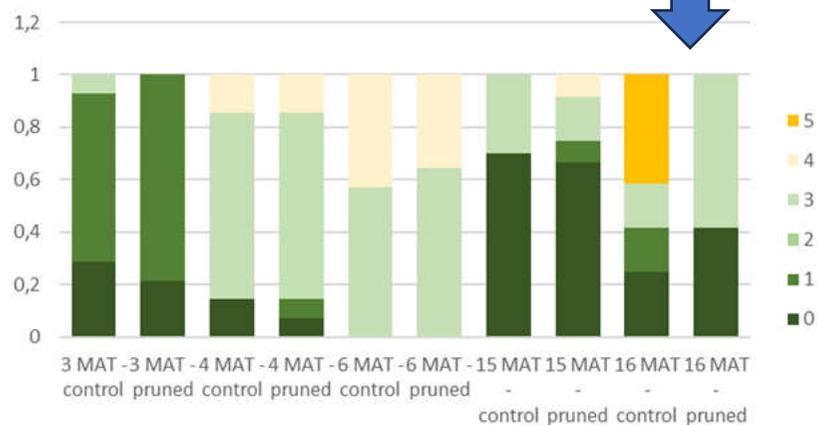
La potatura ha aumentato la fotosintesi in carpino (6 e 27 mesi dal trapianto) e frassino (6 mesi dal trapianto)

# Avvizzimento

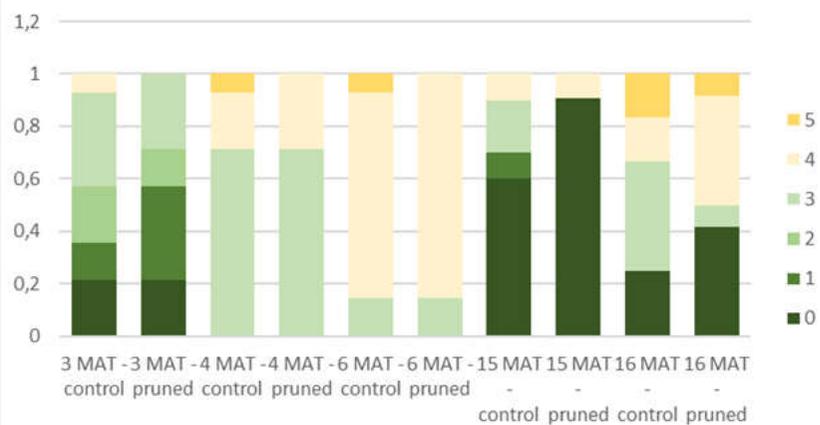
Acer campestre



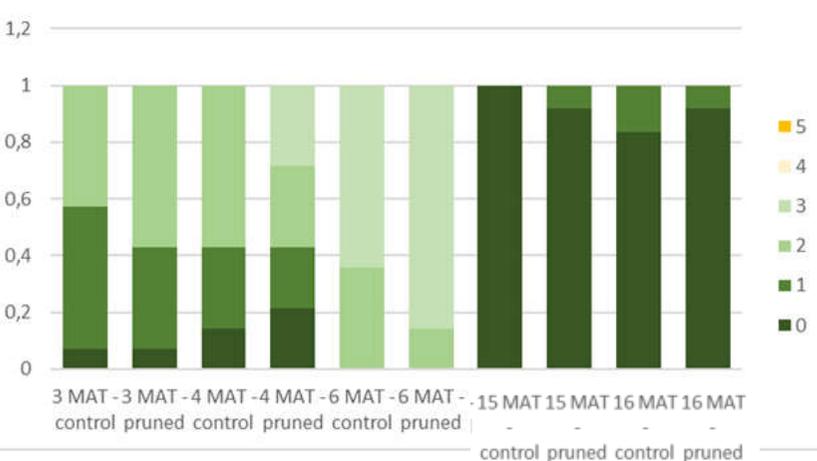
Carpinus betulus



Fagus sylvatica



Fraxinus excelsior



0 = in salute

1 = lievemente avvizzita  
(stress pienamente reversibile)

2 = avvizzita  
(stress reversibile ma visibile ai fruitori)

3 = severamente avvizzita  
(stress parzialmente reversibile e Perdita di valore ornamentale)

4 = quasi morta  
(stress irreversibile)

5 = pianta morta  
(necessità di rinnovo)

## Potatura - conclusioni

- La potatura al trapianto ha avuto effetti specie-specifici
- Essa non ha avuto effetti in specie che tollerano molto bene o molto male il trapianto
- In specie di media tolleranza al trapianto, la potatura ha ridotto l'avvizzimento e aumentato la fotosintesi netta



# Migliorare la tolleranza al trapianto

## Metodo di produzione in vivaio

### Specie utilizzate

- 1) *Celtis australis* (isoidrica, alta tolleranza al trapianto)
- 2) *Liquidambar styraciflua* (anisoidrica, bassa tolleranza al trapianto)

### Metodi a confronto:

- 1) Piante in zolla (controllo)
- 2) Piante in zolla, indurite prima del trapianto
- 3) Piante in vaso antispiralizzante



Piante zollate e rivestite, lasciate nella buca d'impianto e ben bagnate per 3 mesi prima dell'impianto



Piante messe in vasi antispiralizzanti per un anno prima del trapianto

## Il metodo di produzione (Gilman, 2001)

	Irriguo	Non irriguo	Irriguo	Non irriguo
<i>Metodo di produzione</i>	<i>Costo per albero vivo sopravvivenza (D=6 cm)</i>			
Contenitore	445 \$	388 \$	100%	50%
Zolla	383 \$	383 \$	100%	71%
Zolla + indurimento	383 \$	274 \$	100%	100%

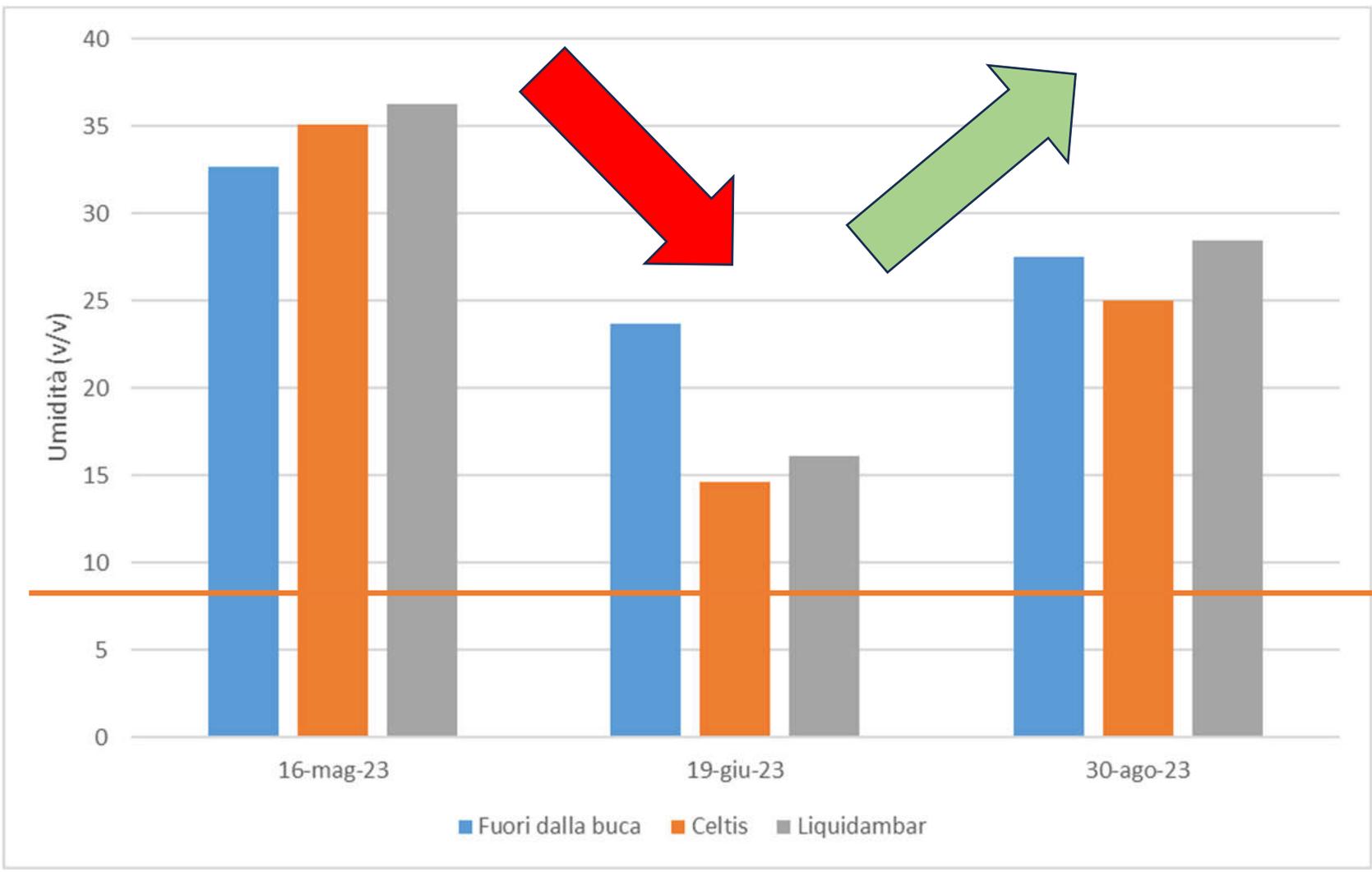
Piante messe a dimora in febbraio 2023

# Via Pioveghetto



# Contenuto idrico in volume dentro e fuori le buche di impianto (2023)

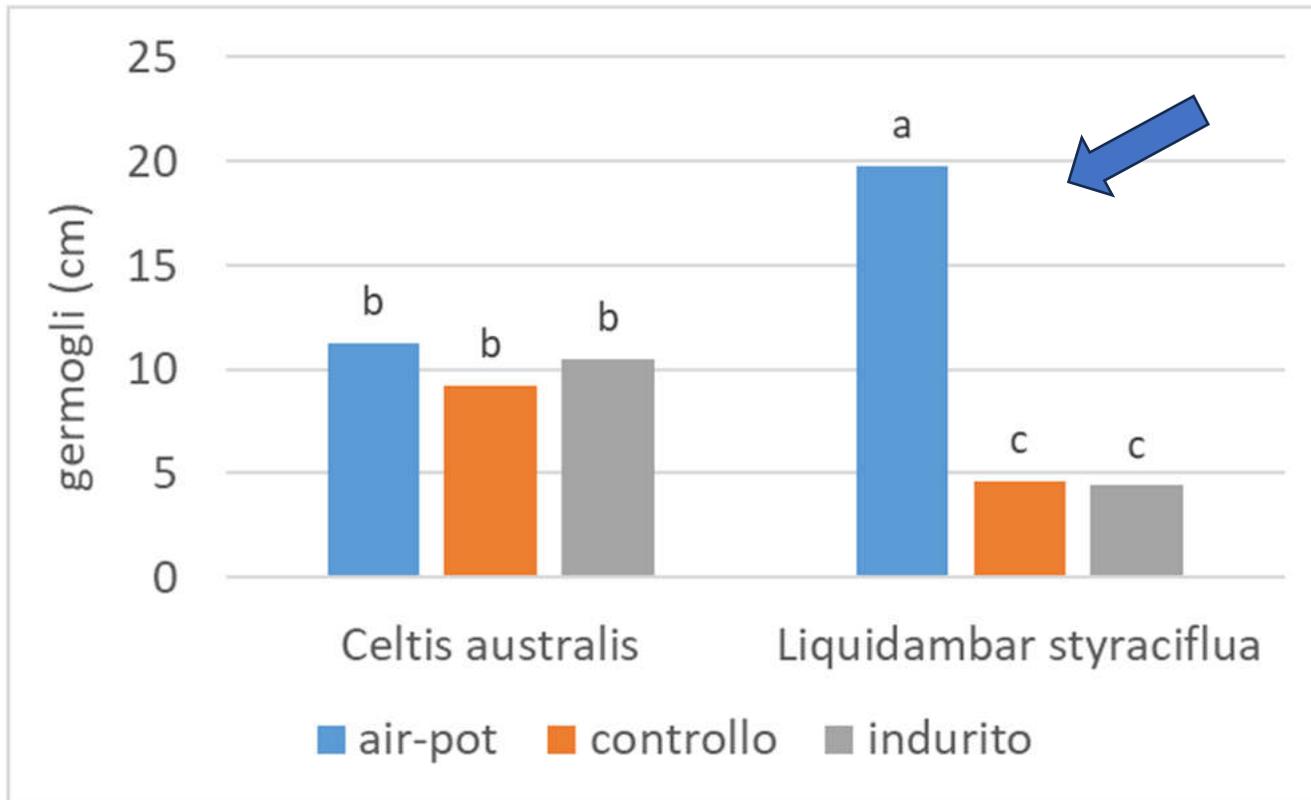
PA = 8%



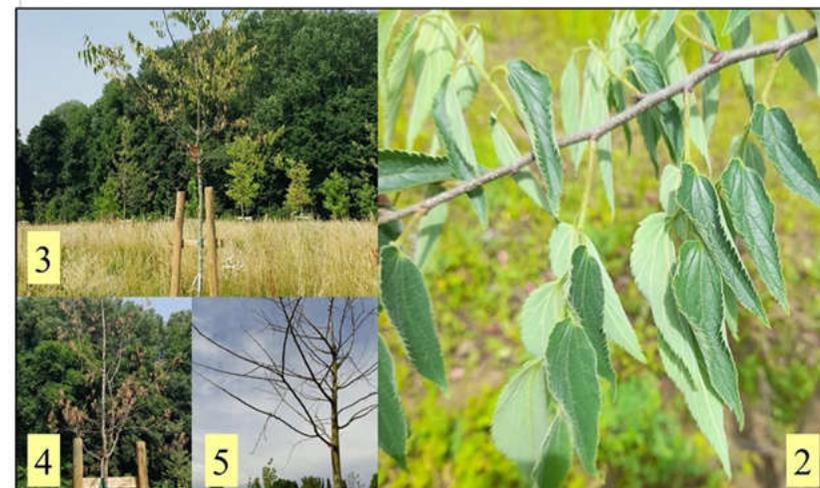
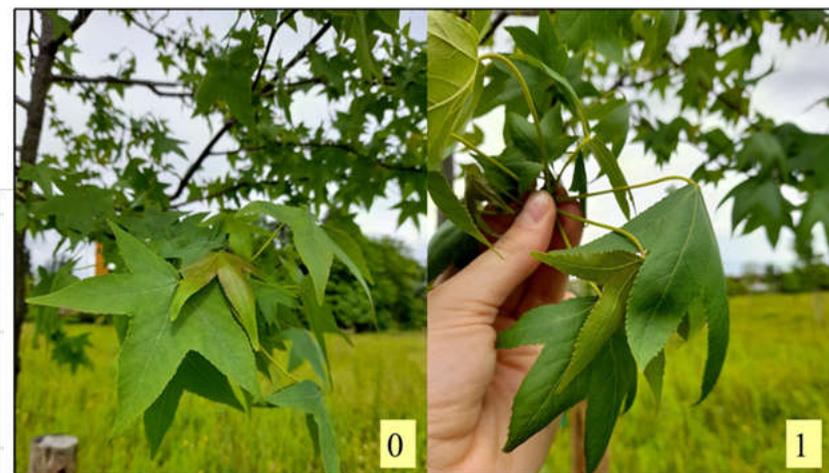
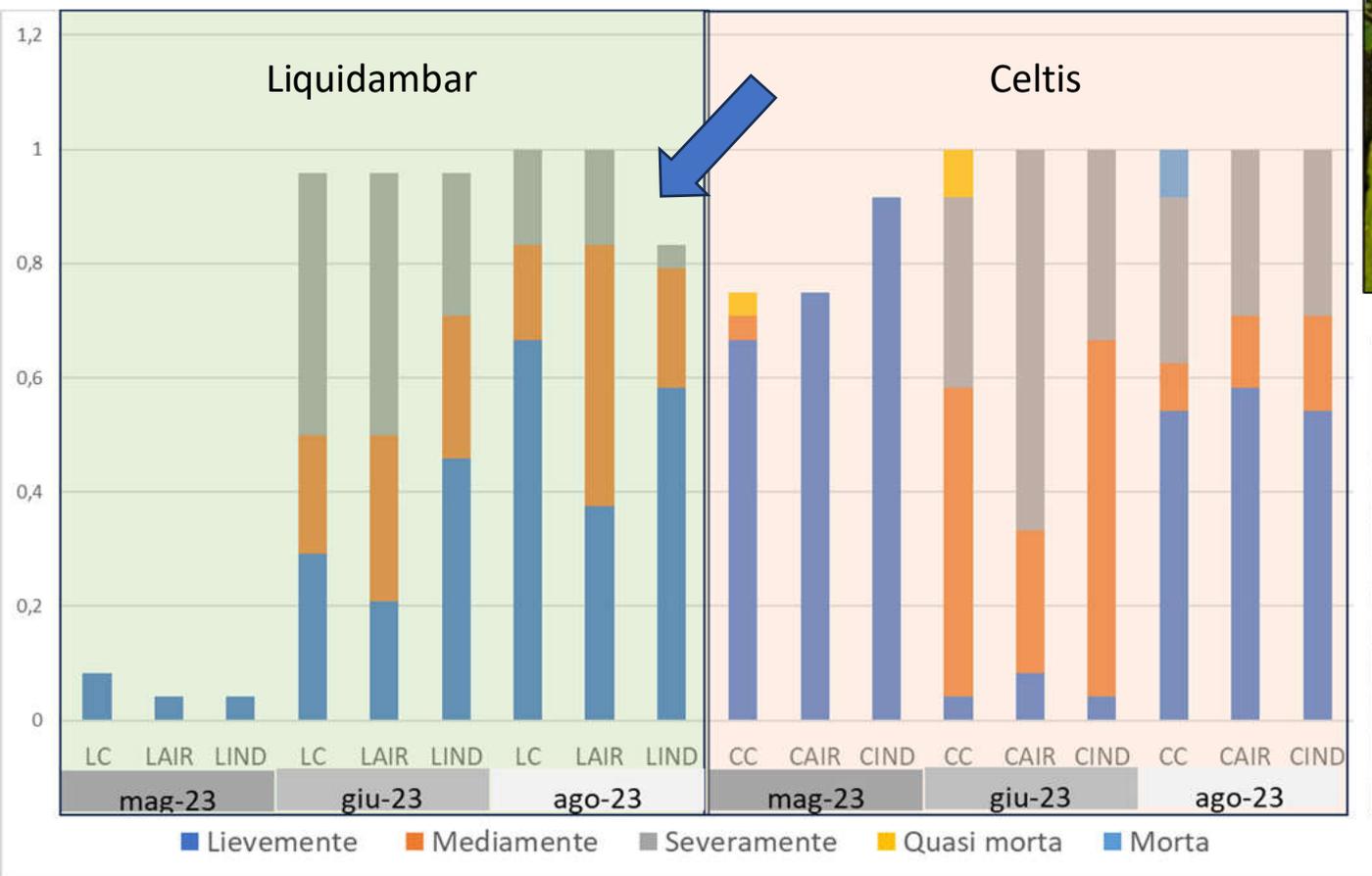
## LUNGHEZZA DEI GERMOGLI

Misura l'accrescimento annuale dei germogli dalla cicatrice dell'anno precedente alla base della gemma apicale.

Indice di crescita nell'anno post trapianto

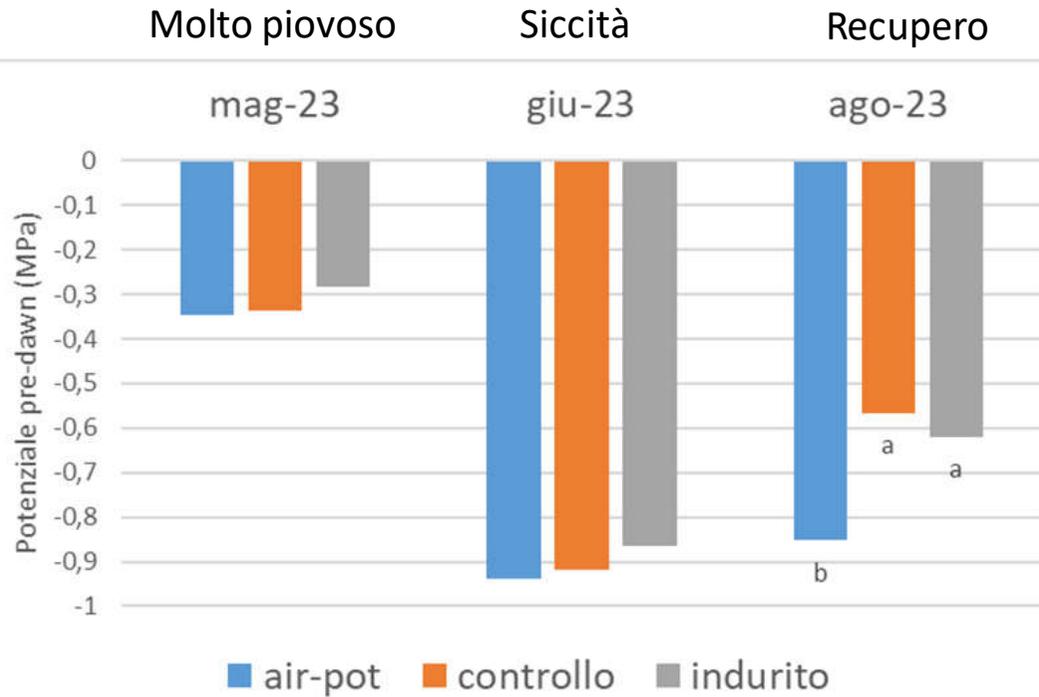


# Avvizzimento



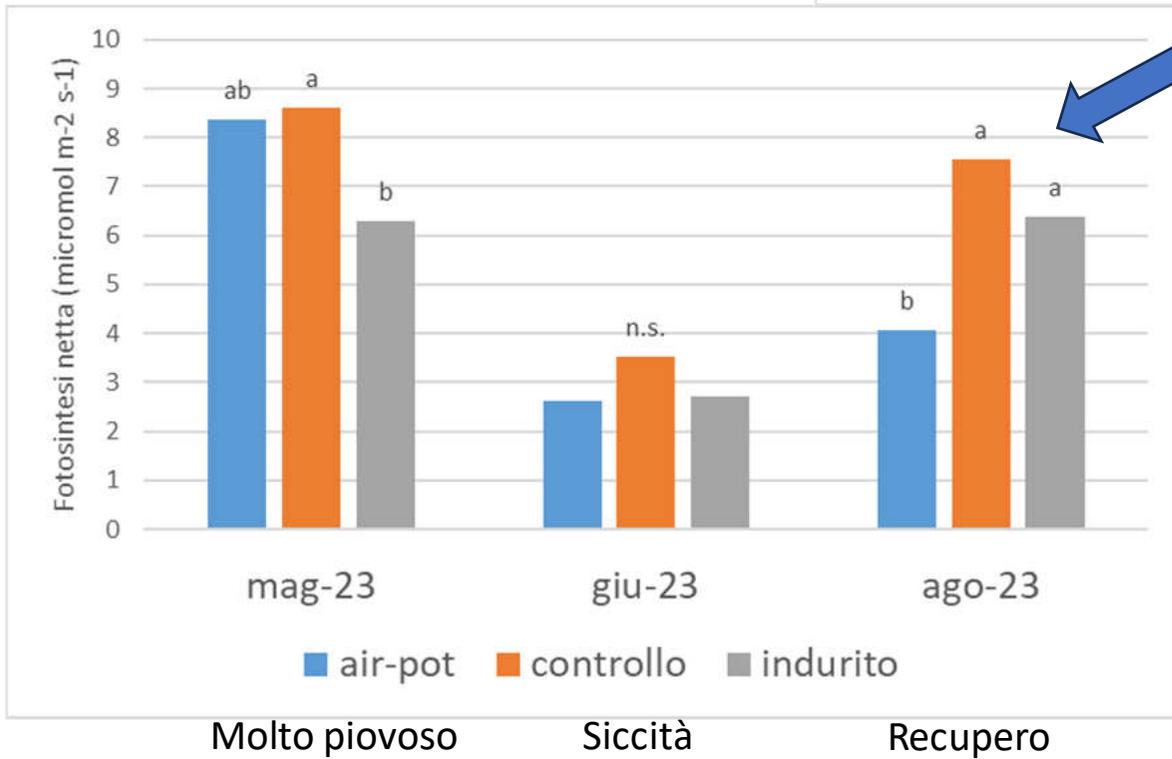
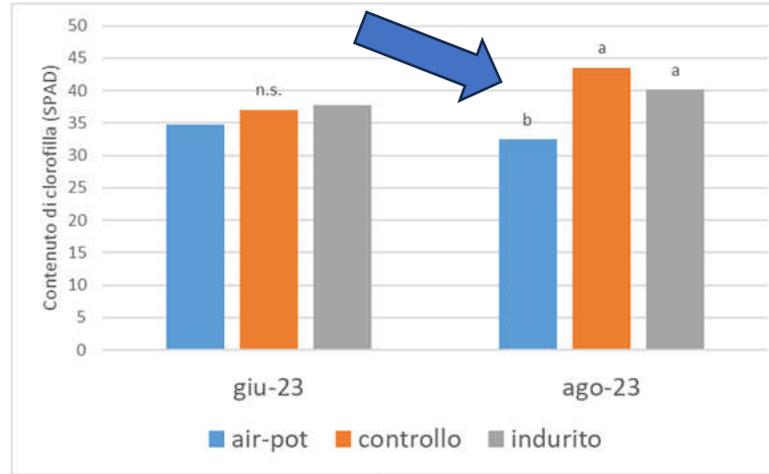
## POTENZIALE IDRICO PRE-DAWN

Stima l'idratazione della pianta mediante la misurazione della tensione per estrarre acqua dalla foglia quando, in assenza di traspirazione, tutti i tessuti della pianta sono in equilibrio. È una tensione (negativa); valori prossimi a 0 indicano migliore idratazione.



## FOTOSINTESI NETTA

Quantità di CO<sub>2</sub> assimilata, al netto della respirazione, per unità di area fogliare per secondo. È determinata sia dalla quantità di CO<sub>2</sub> che arriva ai cloroplasti, sia dalla capacità biochimica della foglia di assimilarla.



## Metodo di produzione - conclusioni

- La coltivazione in Air-pot per un anno prima del trapianto ha incrementato il numero di radici nella zolla e, in liquidambar, l'accrescimento dei germogli nel primo anno dal trapianto
- Tuttavia, le piante in Air-pot hanno mostrato una maggior suscettibilità allo stress da trapianto
- Progressivo peggioramento delle proprietà fisiche della torba; scarsa capacità della torba a reidratarsi dopo la disidratazione estiva; eccessivo accrescimento per fertilizzazione pre-trapianto
- L'indurimento mediante zollatura prima del trapianto finale ha ridotto l'avvizzimento solo in liquidambar
- Il monitoraggio continuerà fino al 2025

## Ringraziamenti

---



Comune  
di Padova

**Grazie per l'attenzione**



Mail: [alessio.fini@unimi.it](mailto:alessio.fini@unimi.it)

 **EUROAMBIENTE**  
GREEN SOLUTIONS