

La sfida degli alberi nei climi mediterranei: quali meccanismi di risposta dovrebbero guidare la selezione delle piante per i futuri impianti

Il cambiamento climatico si manifesta in due modi fondamentalmente diversi: come un aumento della temperatura media annuale, con una maggiore frequenza delle ondate di calore e come un cambiamento della quantità, frequenza e intensità delle piogge (Rumukainen 2012, IPCC, 2013). Gli ambienti a clima mediterraneo sembrano essere quelli più influenzati dai cambiamenti climatici rispetto alla maggior parte delle altre zone climatiche, con una drastica riduzione delle precipitazioni e un aumento delle temperature che si tradurrà in periodi di estrema siccità durante l'estate, quando la bassa disponibilità di acqua è accompagnata da elevate temperature e radiazione solare (Bussotti et al., 2014). Anche l'intensità media degli eventi piovosi è prevista in aumento, ma la loro frequenza diminuirà in misura maggiore, in particolare durante la primavera e l'estate.

Gli effetti del cambiamento climatico

saranno aggravati in ambiente urbano già caratterizzato da particolari condizioni microclimatiche, come una temperatura superiore di 3-5 °C rispetto alla campagna circostante ("isola di calore urbana") (Mc Carthy et al., 2010) e da suoli con caratteristiche fisico-chimiche avverse (Ferrini e Fini, 2007), che impongono numerosi stress sulle piante. Anche le molteplici interazioni tra stress idrico, aumento della temperatura (diurna e notturna) e l'aumento della CO₂ atmosferica sono particolarmente interessanti e controverse.

Detto questo una domanda sorge spontanea: che cosa sappiamo circa gli effetti del cambiamento climatico sugli alberi e il modo in cui questi effetti guideranno le nostre scelte?

Al fine di specificare gli effetti del cambiamento climatico sul futuro dell'arboricoltura e selvicoltura urbana,

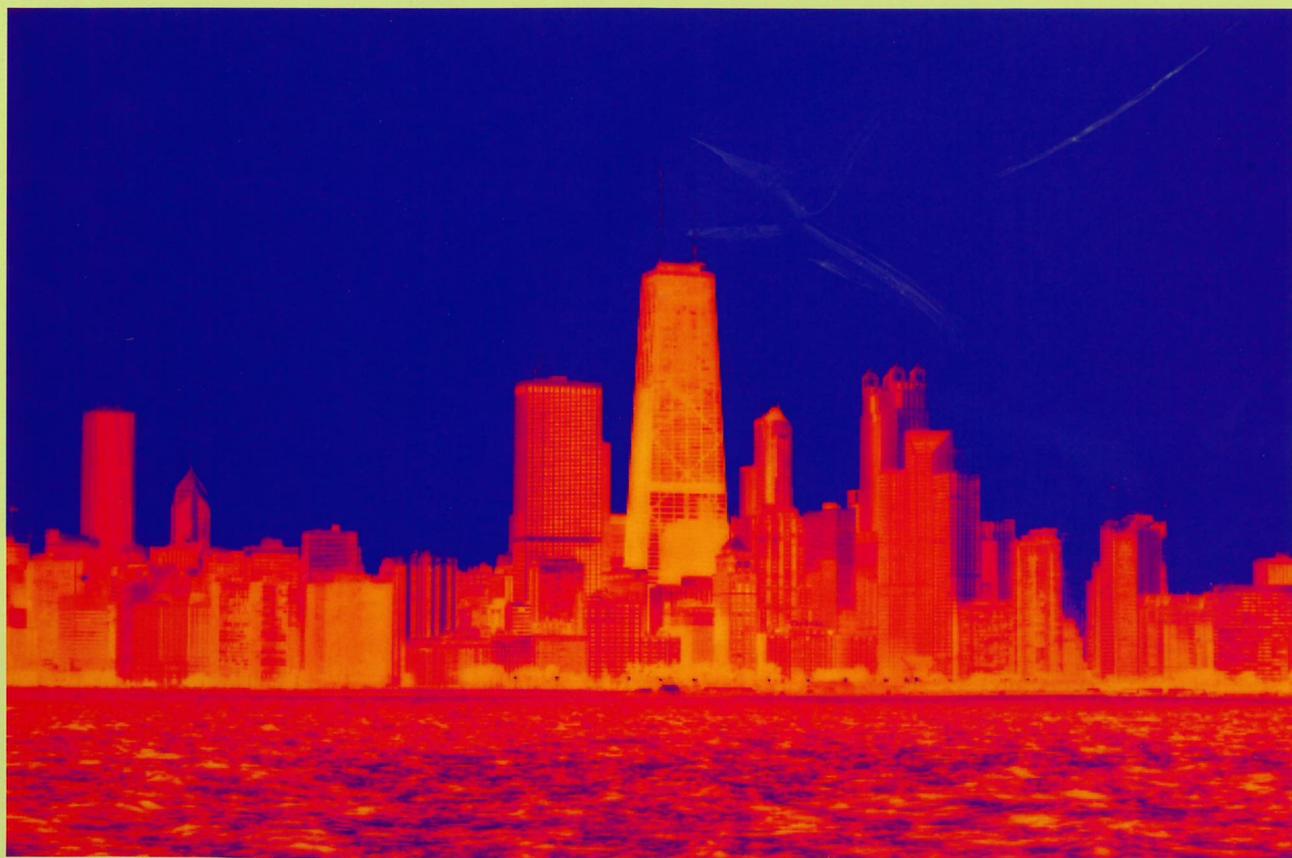


Foto 1. Isola di calore urbana

Francesco Ferrini
Dipartimento di Scienze delle Produzioni
Agroalimentari e dell'Ambiente



sono necessarie previsioni affidabili perché abbiamo bisogno di selezionare adesso le piante che saranno in grado di tollerare/adattarsi al previsto cambiamento climatico. La maggiore siccità sarà probabilmente il fattore più significativo non solo nei climi mediterranei e questo influenzerà fortemente la sopravvivenza e la crescita di alberi appena piantati e probabilmente influirà sullo sviluppo di malattie e la resistenza degli alberi ai parassiti. Non solo gli effetti a breve termine sulla crescita o la sopravvivenza negli anni estremi meritano perciò attenzione, ma anche gli impatti a lungo termine sulla crescita degli alberi devono essere considerati nella scelta del materiale di piantagione. Con l'incombente scarsità d'acqua (vedi la lunga siccità che ha colpito la California nel 2014-2015) che in molte aree urbane ha portato al divieto di irrigazione, piantare alberi che sono più tolleranti alle condizioni di prolungata

siccità è la migliore soluzione proattiva per aree verdi più in salute e con limitata gestione.

In questo scenario, le possibili misure di adattamento includono modifiche nelle pratiche di impianto e gestione dell'albero, una migliore conformità delle specie al sito, sia in funzione del clima attuale che di quello futuro, e la messa a dimora di specie e provenienze non indigene in previsione dei cambiamenti climatici. Opinione attuale, come è risaputo e logico, è quella di incoraggiare la messa a dimora di specie autoctone, ricordando il loro adattamento alle condizioni locali, e l'obbligo di mantenere la biodiversità e una base genetica nativa. Tuttavia, le specie autoctone o naturalizzate potrebbero non essere in grado di adattarsi ai cambiamenti climatici, dato che il tasso di variazione previsto è molto più rapido rispetto a quanto avvenuto in ere passate (Ferrini,



Foto 2. Imparare dagli errori: un frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), specie tollerante la siccità, piantato in mezzo a frassini maggiori (*Fraxinus excelsior*) meno tolleranti e chiaramente sofferenti.



Foto 3. Un *Liriodendron tulipifera* clorotico e morente in mezzo a *Tilia x europaea*.

2011; Bussotti et al, 2014).

L'uso di specie provenienti dalle regioni con un clima simile a quello previsto per il futuro può fornire una possibilità, anche se è necessario prestare attenzione per assicurare che le provenienze selezionate non siano a rischio, per esempio, di danni da gelo primaverile a causa del precoce germogliamento. Questo può seriamente mettere a rischio giovani steli, germogli e foglie in particolare nei paesi più freddi, e non solo, dove le gelate tardive sono comuni. Inoltre, rilevanti cambiamenti di temperatura possono influenzare la durata della fase di crescita, in termini di attività del fogliame. È infatti possibile che, nel lungo termine, le risposte fenologiche delle diverse specie di alberi alle variazioni di temperatura potrebbero portare a cambiamenti permanenti nella distribuzione geografica della stessa specie.

Come già detto, nelle condizioni tipiche degli ambienti urbani, le piante spesso devono rispondere a sollecitazioni simultanee (siccità, radiazione in eccesso e calore) e la loro risposta è di solito

non prevedibile in base allo studio di un singolo fattore (Harris e Bassuk, 1993; Schulze et al. 2002; Valladares e Percy, 2002; Valladares e Niinemets, 2008). Ad esempio, lo stress da eccesso luminoso sperimentato da alberi che crescono in spiazzi urbani senza ombra dei palazzi, può essere esacerbato dalla siccità, che limita l'uso della radiazione nel processo fotosintetico (Fini et al., 2012).

Nonostante non si possa escludere che un moderato ombreggiamento riduca lo stress luminoso alcune ricerche hanno dimostrato che la capacità delle specie arboree di tollerare la siccità può essere diminuita dalla ridotta luminosità, a causa dei cambiamenti indotti sulle caratteristiche morfologiche, fisiologiche e biochimiche delle foglie (Valladares e Percy, 2002; Fini et al, 2014). Ciò è particolarmente vero in climi mediterranei, quando l'alta irradianza è accoppiata alla siccità nel lungo periodo, tutte condizioni che limitano fortemente l'assimilazione di carbonio e promuovono la fotoinibizione dell'apparato fotosintetico (Bussotti et al., 2014).



Foto 4. *Quercus palustris* messe a dimora in ambiente ostile defogliate dopo un periodo di forte siccità abbinata a elevate temperature (2003).

La tolleranza delle piante all'azione combinata di ombra e siccità, in genere considerata problematica a causa dei compromessi nella morfologia e fisiologia delle foglie, determina potenzialmente importanti modelli di vegetazione, soprattutto perché i periodi siccitosi sono sempre più gravi in tutto il mondo. L'esistenza di correlazioni inverse tra esigenze ecologiche delle specie prevede l'ipotesi *ad hoc*, che essere tolleranti a un certo fattore ambientale comporta un costo tale che la pianta non può adattarsi contemporaneamente a più stress ambientali. Infatti, ombra e tolleranza alla siccità coinvolgono esigenze di investimento della biomassa in fogliame e rami per la cattura efficiente della luce, esigenze contrapposte agli investimenti nella biomassa radicale per un efficiente assorbimento di acqua e conseguenti riduzioni della superficie totale del fogliame per ridurre l'evaporazione (Fini et al. 2010). Tuttavia va ricordato che alcune specie hanno mostrato più plasticità (cioè *Celtis*

australis, *Fraxinus ornus*), mentre altre sono molto specializzate (*Liquidambar styraciflua*, *Phyllirea angustifolia*).

La selezione della giusta specie è quindi un requisito primario per il successo dell'impianto (Ferrini, 2011; Ferrini e Fini, 2013). A questo proposito, il preconditionamento di piante in vivaio può essere uno strumento complementare per migliorare le prestazioni degli alberi nei diversi ambienti urbani. È stato dimostrato che l'acclimatazione nel vivaio a stress lievi ha portato alla produzione di materiale di piantagione "più indurito", cioè maggiormente in grado di tollerare il trapianto e altri stress ambientali durante la fase di attecchimento (Franco et al, 2006; Fini et al, 2011.). L'esposizione alla piena luce solare durante la coltivazione in vivaio può agire come uno stress lieve e indurre la tolleranza allo stress stesso attraverso i cambiamenti nelle caratteristiche delle piante e nelle caratteristiche morfo-anatomiche, il maggiore accumulo di soluti e l'aumento della capacità fotosintetica,

fotoprotettiva e antiossidante (Fini et al., 2014). Al contrario, l'ombreggiamento nel vivaio di alberi tolleranti l'ombra da destinare ad aree con limitata penetrazione della luce solare (es. canyon urbani) può acclimatare la foglia alla scarsa illuminazione e aumentare il tasso di crescita.

Conclusioni

Guardando al futuro, è fondamentale per capire come le piante risponderanno ai cambiamenti climatici e riconoscere pienamente il ruolo importante degli alberi nel mitigare gli effetti di tali modifiche. Accanto ai cambiamenti climatici, altri fattori devono essere considerati in modo da garantire che la pianta giusta sia collocata in un sito specifico nel tempo specifico e sia gestita con tecniche adeguate. In generale questi fattori, che però sono a loro volta influenzati dal cambiamento climatico, sono divisi in tre categorie principali: progettazione, sito, e considerazioni gestionali. Più in particolare, i fattori da considerare nella scelta di alberi per le aree verdi urbane comprendono la necessità e la tolleranza alla potatura, la stabilità strutturale, la resistenza alle malattie, l'adattamento ai diversi e spesso avversi substrati, alla ridotta o eccessiva radiazione solare, la provenienza delle specie e la loro plasticità.

Infine, la scelta dovrebbe essere basata sui potenziali benefici apportati dagli alberi: anche se ne siamo tutti consapevoli, solo negli ultimi dieci anni alcuni sforzi sono stati fatti per selezionare le piante in funzione dei servizi ecosistemici prodotti dagli alberi e adottare pratiche di gestione per massimizzare i benefici netti delle foreste urbane sulla riduzione degli effetti del cambiamento climatico, sull'assimilazione e stoccaggio del carbonio e sull'abbattimento degli inquinanti.

Bibliografia citata e consultata

1. Bussotti F., Ferrini F., Pollastrini M., Fini A.: The challenge of Mediterranean sclerophyllous vegetation under climate change: from acclimation to adaptation. *Environmental and Experimental Botany*. Vol. 103: 80–98. (2014)
2. Ferrini F., F. Bussotti, M. Tattini. A. Fini, 2014. Trees in the urban environment: response mechanisms and benefits for the ecosystem should guide plant selection for future plantings. *Agrochimica*, July-September 2014:234-246.
3. Ferrini F., Fini A.: Planning the green city of 2050: species selection in a global change scenario. *Proceedings of the 89th International Congress of the International Society of Arboriculture*. Toronto (Canada), 3-7 August 2013 (2013)
4. Ferrini F.: Selecting Exotic Species for the Urban Environment. *Arborist News*, August, 20 (4):31-32 (2011)
5. Fini A., F. Ferrini.: Effetti dell'ambiente urbano sulla fisiologia e la crescita degli alberi. *Italus Hortus*, 14: 9-24 (2007)
6. Fini A., Ferrini F., Di Ferdinando M., Brunetti C., Giordano C., Tattini M., 2014. Shading in the nursery affects drought tolerance of *F. ornus* plants in the landscape. *Urban Forest and Urban Greening*, Vol. 13(1):63-70.
7. Fini A., Ferrini F., Frangi P., Amoroso G. Giordano C., Bonzi L.: Growth, Leaf Gas Exchange and Leaf Anatomy of three Ornamental Shrubs Grown under different light Intensities. *European Journal of Horticultural Sciences*, 75 (3):111–117 (2010)
8. Fini A., Frangi P., Amoroso G., Piatti R., Faoro M., Bellasio C., Ferrini F.: Effect of controlled inoculation with specific mycorrhizal fungi from the urban environment on growth and physiology of containerized shade tree species growing under different water regimes. *Mycorrhiza*, 21(8):703-19 (2011)
9. Fini A., Guidi L., Ferrini F., Brunetti C., Di Ferdinando M., Biricolti S., Pollastri S., Calamai L., Tattini M.: Drought stress has contrasting effects on antioxidant enzymes activity and phenylpropanoid biosynthesis in *Fraxinus ornus* leaves: an excess light stress affair? *Journal of Plant Physiology*, 169(10):929-939 (2012)
10. Franco J.A., Martinez-Sanchez J.J., Fernandez J.A., Bañón S.: Selection and nursery production of ornamental plants for landscaping and xerogardening in semi-arid environments. *J. Hortic Sci Biotechnol* 81(1):3–17 (2006)
11. Harris, J.R. & Bassuk N.L.: Adaptation of trees to low-light environments: effect of branching pattern of *Fraxinus Americana*. *Jou. Arboric.*, Vol. 19, No. 6, pp. 339-343 (1993)

12. IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker T.F., Qin D., Plattner G.K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J. et al., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK
13. McCarthy M.P., Best M.J., Betts R.A.: Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophysical Research Letters*, 37. doi:10.1029/2010GL042845 (2010)
14. Rumukainen, M; 2012. Changes in climate and weather extremes in the 21th Century. *Wiley Interdisciplinary Reviews: climate change* 3, 115-129.
15. Schulze E.; Beck E., Muller-Hohenstein K. *Light: In Plant Ecology*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. pp. 23-44. ISBN 3-540-20833-X (2002)
16. Valladares F., Niinemets Ü.: Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39, pp. 237-257 (2008)
17. Valladares F., Pearcy R.W.: Drought can be more critical in the shade than in the sun: a field study of carbon gain and photo-inhibition in a Californian shrub during a dry El Niño year. *Plant, Cell and Environment*, 25, pp. 749-759 (2002)