

VERDE URBANO

La fenologia e la senescenza delle foglie riusciranno a "tenere il passo" del climate change?

LE RUBRICHE DEL BULLETTINO

Le recenti modifiche nelle date delle principali fasi fenologiche delle piante arboree, evidenti in particolar modo nell'anno in corso, che ha registrato un precoce germogliamento e una tardiva caduta delle foglie, sono un segno che il cambiamento climatico sta già avendo impatti importanti sugli ecosistemi. In linea teorica il sequestro del carbonio aumenta con stagioni di crescita più lunghe. Ci sono, tuttavia, evidenze contrastanti poiché è stato mostrato che, in alcuni casi, il tasso di respirazione aumenta in misura maggiore rispetto alla fotosintesi, rendendo il bilancio negativo. Poiché si ipotizza che il cambiamento di colore delle foglie e la caduta delle stesse siano principalmente controllati dalla temperatura e dalle precipitazioni, è possibile che il cambiamento climatico possa colpire anche la fenologia autunnale, con ovvie implicazioni biologiche ed ecologiche, ma che abbia anche risvolti economici rilevanti per alcune economie locali. Infatti, nonostante sia pensiero comune

che tutte le specie o quasi assumano diverse colorazioni in autunno, in realtà solo una percentuale limitata (circa il 15%) delle specie arboree delle regioni



Acer campestre autunno 2.

temperate del mondo cambia il colore delle foglie da verde a giallo, arancio o rosso in autunno, una percentuale che, però, può raggiungere il 70% in alcune regioni come il nord degli Stati Uniti e il sud del Canada dove il "foliage" rappresenta una vera e propria attrazione turistica, capace di spostare notevoli masse di capitali. È stato calcolato che nel solo Maine il turismo legato al "leaf-peeping" (questo è il nome con cui negli Stati Uniti si indica questo tipo di turismo) genera entrate per circa 1,5 miliardi di dollari l'anno, e che per tutta la fascia settentrionale degli Stati Uniti il totale stimato è di circa 25 miliardi di dollari. Se il cambiamento climatico dovesse ridurre la durata dei colori autunnali o se questi saranno meno vivaci, ci sarà probabilmente un riflesso negativo sui futuri introiti turistici. Il cambiamento di colore delle foglie, comunemente osservato nei boschi di latifoglie temperate in autunno (ma anche in alcune conifere come il larice o il cipresso calvo), non è semplicemente un effetto collaterale della senescenza fogliare

e, negli ultimi dieci anni, sono emerse diverse ipotesi per spiegare l'evoluzione dei colori autunnali. Tuttavia la mancanza di un reale scambio di opinioni tra

Francesco Ferrini
Professore ordinario di Arboricoltura
e Coltivazioni Arboree, Dipartimento di
Scienze delle Produzioni Agroalimentari e
dell'Ambiente, Università di Firenze –
Accademico dei Georgofili



Acer palmatum autunno.

fisiologi vegetali e ecologisti evolutivisti ha portato a progressi lenti e il valore adattativo di questo cambiamento di colore rimane ancora poco esplorato. È chiaro che occorre una sintesi interdisciplinare riguardo alle conoscenze sul cambiamento di colore autunnale e analizzare le questioni irrisolte e le future vie di ricerca potrebbe aiutare a rivelare il significato evolutivo di questo spettacolo della natura. Dal punto di vista scientifico è importante capire quali saranno i "drivers" ambientali che guideranno le possibili modifiche nella fenologia, per i quali è necessaria un'analisi della letteratura basata su dati sia empirici,

sia sperimentali. È noto che la temperatura influenza processi biologici che vanno dal molecolare al livello ecologico. Come detto il fotoperiodo (cioè la durata del giorno e della notte) e la temperatura sono i principali segnali (drivers) che controllano la senescenza in specie decidue, con lo stress idrico che può, talvolta, avere un'influenza supplementare. Il fotoperiodo esercita uno stretto controllo sulla senescenza fogliare a latitudini dove gli inverni sono freddi, mentre la temperatura assume un'importanza maggiore nel regolare questo fenomeno nelle zone più temperate. In media, il riscaldamento

LE RUBRICHE DEL BULLETTINO



acer platanifolium autunno 3.



acer saccharinum legacy.

climatico ritarderà e la siccità anticiperà la senescenza fogliare, ma in modo diverso a seconda delle specie. Il riscaldamento e la siccità hanno quindi effetti opposti sulla fenologia della senescenza fogliare, e l'impatto dei cambiamenti climatici dipenderà quindi dall'importanza relativa di ciascun fattore in regioni specifiche. Non sorprende, dunque, che il cambiamento climatico stia modificando la fenologia di molte specie. Mentre gli impatti

del cambiamento climatico sulla fenologia primaverile (germogliamento e fioritura) sono ben documentati, molto meno si sa di come le temperature sempre più miti e l'alterato regime delle precipitazioni influenzano e influenzeranno in futuro la fenologia autunnale, in particolare il cambiamento nel colore delle foglie e la loro senescenza. Su scala continentale, ad esempio, autunni più caldi sono stati correlati, come detto, a una minore fissazione netta del

carbonio, come conseguenza di un aumento maggiore di respirazione dell'ecosistema rispetto al concomitante incremento della fotosintesi lorda. Su scala locale, invece, boschi di latifoglie in climi temperati possono mostrare una fissazione annua del carbonio netto superiore durante un autunno caldo come conseguenza dell'estensione della stagione vegetativa. Dal punto di vista cromatico si sa che la colorazione verde predomina generalmente in foglie a causa delle alte concentrazioni di clorofilla rispetto ad altri pigmenti. In alcuni casi, tuttavia, foglie possono avere



alberatura di tiglio su strada statale.

colori differenti e la foglie senescenti di alcune specie tipiche degli areali temperati sono l'esempio più eclatante. È, però, un equivoco pensare che i colori autunnali siano semplicemente il prodotto casuale della senescenza fogliare. I colori autunnali sono dovuti principalmente ai carotenoidi (giallo-arancio presenti nei plastidi) e agli antociani (di colore rosso porpora). Anche se i carotenoidi sono presenti nelle foglie durante tutto l'anno, essi sono "mascherati" dal verde della clorofilla; in autunno, diventano visibili a causa



acer rubrum.



Evonymus alatus.

*Iquidambar styraciflua* 1.

della rottura di clorofilla (in genere diventano visibili quando circa il 50% della clorofilla è stata degradata) in metaboliti incolori, ma non ci sono ancora prove esaustive di una loro sintesi *ex novo*.

Gli antociani invece, sono sintetizzati in autunno, poco prima della caduta delle foglie e non sono semplicemente l'effetto collaterale della senescenza fogliare e sono prodotti anche in una varietà di casi che non sono associati con senescenza, per esempio in sempreverdi in inverno e in foglie giovani. Il marrone è, invece, tipicamente indicativo di morte cellulare.

*Iquidambar styraciflua* "Burgundy Red".

ancora verdi (la maggior parte) mentre altri mostrano un'ampia varietà di colori prima di cadere. Si sa anche che i colori autunnali hanno una forte base genetica, come mostrato da ricerche in cui individui hanno mantenuto, in ambienti diversi da quello di origine, i tempi e l'intensità dei colori tipici del contesto in cui si erano evoluti, anche se i fattori ambientali

Tuttavia, come accennato, esiste un'ampia variabilità sia fra le diverse specie, sia all'interno delle specie riguardo ai colori autunnali: alcuni individui perdono le foglie quando sono

*Iquidambar styraciflua* foglie 1.



Liquidambar styraciflua foglie 3.

possono giocare un ruolo riguardo alla durata e alla intensità della colorazione. La senescenza fogliare in specie decidue segna anche il passaggio dalla fase attiva alla fase dormiente. In questa fase è fondamentale il recupero di nutrienti prima che le foglie cadano. Il cambiamento di temperatura non dovrebbe avere un forte impatto sul recupero, anche se una minor velocità nella senescenza fogliare indotta dal riscaldamento potrebbe determinare un riassorbimento dei nutrienti più efficiente. Questa fase, che è un importante meccanismo di conservazione dei nutrienti negli alberi, è, invece, meno efficiente quando le foglie entrano prematuramente in senescenza a seguito di stress idrici. Gli effetti complessivi dei cambiamenti climatici sul riassorbimento dei nutrienti dipenderanno quindi dagli effetti contrastanti di riscaldamento e siccità.

Tuttavia, nonostante l'abbondanza di letteratura sull'argomento, il confronto inter-specifico tra le più comuni specie arboree temperate è complicato sia dalla variabilità dell'efficienza di riassorbimento, che è influenzata da molti fattori ambientali, sia dalle differenze metodologiche tra gli studi, soprattutto in relazione alla misura della quantità di nutrienti che saranno persi con la caduta delle foglie. Le variazioni nel riassorbimento dei nutrienti avranno effetti sulla crescita e sulla eventuale produzione dell'anno successivo, almeno all'inizio della primavera, perché la produzione di nuove foglie si basa quasi esclusivamente sui nutrienti riassorbiti dal fogliame durante il periodo precedente la caduta. Perciò ogni cambiamento nella fenologia della

senescenza fogliare avrà conseguenze sull'assimilazione del carbonio, ma anche sul ciclo dei nutrienti a livello ecosistemico, soprattutto se i cambiamenti avverranno in conseguenza di stress idrico. In conclusione, è da sottolineare che esistono numerosi ipotesi riguardo alla funzione dei colori autunnali che potrebbero avere un ruolo multiplo ed è

curioso che un fenomeno così appariscente e conosciuto, almeno a livello visivo e che attira l'attenzione di tutti, non abbia, invece, catturato l'attenzione dei biologi evolutivisti.

Al momento attuale, ci sono molte strade da seguire, e l'aspettativa di misteri inesplorati e affascinanti da svelare.



Parrotia persica