Waldwissen.net WSL (2026)
ISSN 3043-0909

Chiome marroni a luglio: segnale di allarme o meccanismo di difesa?

Authors

Arthur Gessler, Stefan Hunziker, Katrin Meusburger, Martin Moritzi, Marcus Schaub, Yann Vitasse, Roman Zweifel, Frank Krumm

(tutte: Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio WSL)

Citation

Gessler A., Hunziker S., Meusburger K., Moritzi M., Schaub M., Vitasse Y., Zweifel R., Krumm F. (2026) Chiome marroni a luglio: segnale di allarme o meccanismo di difesa? Waldwissen.net WSL. doi.org/10.55419/wsl:43975

Questo contributo è stato redatto in collaborazione con la rete TriNational ForestLab.

https://doi.org/10.55419/wsl:43975
This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International.

Chiome marroni a luglio: segnale di allarme o meccanismo di difesa?

In molti luoghi, i paesaggi boschivi sono attualmente caratterizzati da alberi con le foglie o gli aghi marroni e che cadono prematuramente. A seconda della specie arborea, ciò può essere dovuto a una reazione di difesa contro la carenza d'acqua oppure indicare che si sono già verificati dei danni. Soprattutto nel caso del faggio, è fondamentale una classificazione precisa.

Fig. 1. Foglie imbrunite che cadono precocemente in piena estate: già a luglio molte latifoglie perdono le foglie. Che si tratti di una reazione di difesa o di un danno dipende dalla specie arborea. Questa immagine, scattata l'8 luglio 2026, mostra un popolamento fortemente colpito dalla siccità e dal caldo sopra Herbetswil, nel Cantone di Soletta. Foto: Jan Ziegler (WSL)

Un autunno anticipato nel pieno della stagione estiva: nel 2026 nei boschi della Svizzera e degli Stati confinanti, già a giugno e in luglio si potevano osservare numerose latifoglie che presentavano foglie marroni, gialle o che cadevano prematuramente. Sono colpiti faggi, tigli, ciliegi, betulle e carpini, così come le querce; mentre in luoghi particolarmente esposti, il fenomeno riguarda praticamente tutte le specie di latifoglie, compresi l'acero riccio, l'acero montano, l'acero campestre e il sorbo bianco. Si tratta di una reazione di difesa con cui gli alberi limitano le perdite di acqua dovute alla traspirazione? Oppure le foglie che cadono sono un sintomo di danni irreversibili già manifesti, causati dalla siccità e dal caldo? La risposta dipende in modo determinante dalla specie arborea, le cui differenze hanno conseguenze di vasta portata per il futuro degli alberi colpiti.

Due processi, due significati

La caduta precoce delle foglie è un fenomeno che conosciamo già da anni, ma che si è manifestato in modo particolare a partire dal 2018/19 e dal 2022/23, quando in agosto si sono osservate

decolorazioni delle chiome e caduta delle foglie su vasta scala. Nel 2026 assistiamo a fenomeni simili, che a livello regionale si sono tuttavia manifestati già a partire dalla fine di giugno. Nel Giura, su stazioni con terreni poco profondi, numerosi alberi presentavano un deficit idrico da elevato a molto elevato e, di conseguenza, scolorimenti fogliari. Esternamente, i sintomi della decolorazione possono sembrare simili, ma dal punto di vista fisiologico dobbiamo distinguere due processi diversi: la senescenza precoce (invecchiamento prematuro delle foglie, come processo attivo dell'albero mirato al recupero dei nutrienti) e i danni alle foglie causati direttamente dal calore e dalla siccità (seccume o bruciatura fogliare, leaf scorching). Distinguere tra questi due fenomeni è un presupposto fondamentale per classificare correttamente le cause e le conseguenze della caduta precoce del fogliame (Bergström *et al.* 2026).

La senescenza precoce indotta dallo stress è un processo attivo e regolato. Attraverso segnali ormonali (etilene, acido abscissico ABA), l'albero riconosce che le riserve idriche nel terreno sono esaurite e avvia in modo mirato la degradazione del tessuto fogliare. Esso riconvoglia azoto, fosforo e altre sostanze nutritive preziose verso il tronco; le foglie ingialliscono, sul picciolo si forma una zona di abscissione (linea di separazione) e le foglie finiscono per cadere in modo controllato. Le riserve accumulate nei fusti legnosi saranno disponibili la primavera successiva per attivare la nuova germogliazione. A differenza dell'invecchiamento autunnale delle foglie, in cui il recupero di azoto, fosforo e potassio avviene in modo quasi completo, in condizioni di stress tale recupero rimane incompleto a dipendenza dell'intensità e dell'andamento temporale della siccità. Se tali eventi indotti dallo stress si ripetono, nel corso degli anni finiscono per esaurire le riserve interne di nutrienti dell'albero (Bergström *et al.* 2026).

Fig. 2. Chioma spoglia di un faggio che, a causa di questa senescenza indotta prematuramente, all'inizio di luglio 2026 ha già perso quasi completamente il fogliame. Il processo di caduta delle foglie inizia nelle parti alte della chioma e prosegue verso il basso, dove sono ancora visibili poche foglie verdi. Accanto, un acero riccio e un frassino ancora molto vitali. Foto: Frank Krumm (WSL)

I danni provocati dal calore e le decolorazioni da stress idrico (leaf scorching) rappresentano invece un collasso passivo e incontrollato dei tessuti. Il calore estremo e la carenza d'acqua provocano una rapida morte cellulare. Le foglie si seccano solitamente partendo dai bordi e dagli apici verso l'interno, mentre nella parte centrale delle lamine fogliari più esposte, anche dall'interno verso l'esterno. In condizioni simili non avviene quasi alcun recupero ordinato delle sostanze nutritive. Le foglie muoiono prima che l'albero possa perderle in modo controllato.

Fig. 3. a) Foglia di quercia che si secca partendo dalla sua punta (apice). b) Acero riccio con un diverso modello di deperimento che parte dai vasi conduttori lungo le nervature e dagli apici fogliari. c) Foglie di faggio che si seccano a partire dall'apice o anche dal centro della foglia e dalle aree fogliari più esposte, fotografate il 5 luglio 2026. Foto: Frank Krumm (WSL)

Oltre alle foglie decolorate, si osservano anche foglie ancora verdi ma appassite, senza alcun segno di imbrunimento. Sintomi quindi di un essiccamento molto rapido delle foglie, avvenuto ancor prima dell'avvio dei processi biochimici di degradazione e trasformazione (fig. 4).

Fig. 4. Le due foto provengono dallo stesso popolamento boschivo situato su un versante esposto a nord-ovest presso Laupersdorf, nel Cantone di Soletta. Le foglie di questo giovane popolamento di faggi sono cadute ancora verdi. Il colore verde delle foglie indica che il normale processo visibile di senescenza era appena iniziato e che gli alberi non sono riusciti a ritirare le sostanze nutritive, o lo hanno fatto in misura ridotta. Il processo è iniziato qui nella parte inferiore della chioma e si è poi esteso verso l'alto, contrariamente a quanto osservato nella figura 2 su un versante boscato esposto a sud-ovest della stessa vallata. La prima immagine mostra inoltre le poche foglie verdi rimaste nella parte superiore della chioma. Foto: Frank Krumm (WSL)

All’interno dei popolamenti boschivi i diversi processi si presentano spesso in combinazione, sullo stesso albero e talvolta sullo stesso ramo. Determinante è quindi l’aspetto complessivo e non una singola caratteristica.

Suggerimenti orientativi da utilizzare in bosco

In prevalenza senescenza precoce: ingiallimento relativamente uniforme, tessuto fogliare inizialmente ancora intatto, distacco controllato delle foglie alla base del picciolo.

→ *Un processo attivo che consente un parziale recupero di sostanze nutritive.*

In prevalenza seccumi fogliari «leaf scorching»: apici o bordi delle foglie marroni e secchi, necrosi nettamente delimitate accanto a tessuto ancora verde, deperimento irregolare o rapido.

→ *un processo passivo e una combinazione di calore, siccità atmosferica (elevato deficit di pressione del vapore acqueo, VPD), intensa irradiazione solare e carenza di acqua nel suolo, che nel complesso porta a temperature fogliari eccessive e a un collasso del ciclo idrico. In condizioni simili gran parte delle sostanze nutritive va inevitabilmente persa.*

Tener conto della finestra temporale

Spesso non è più possibile individuare con certezza il meccanismo alla base dell’imbrunimento completo di una foglia o della sua caduta, poiché i processi di decomposizione iniziano rapidamente. Per distinguere tra le diverse cause, è necessario esaminare le foglie fintanto che sono ancora parzialmente verdi.

Il picciolo quale valvola di sicurezza

Il motivo per il quale alcuni alberi superano bene la caduta precoce delle foglie e altri no, dipende dal loro sistema di conduzione dell’acqua. L’albero trasporta l’acqua attraverso sottili canali conduttori dalle radici fino alle foglie: nelle latifoglie all’interno dei vasi, nelle conifere tramite tracheidi. Il flusso è alimentato dall’evapotraspirazione: essa aspira l’acqua verso l’alto come attraverso una cannuccia. Se le forze di trazione diventano eccessive, a causa dell’essiccamento del suolo o perché l’aria è troppo calda e secca, nei canali conduttori si formano bolle d’aria (emboli) che interrompono il flusso d’acqua. Questo processo è chiamato **cavitazione**.

Per quantificare il danno è determinante valutare in quale parte dell’albero si forma per prima un’embolia. L’ipotesi della segmentazione idraulica afferma che, nelle specie ben adattate alla siccità, gli organi «economici» e facilmente sostituibili, ovvero foglie e piccioli, subiscono la cavitazione molto prima rispetto alle strutture più «pregiate» quali rami e fusti legnosi (Tyree e Ewers 1991). Il picciolo agisce quindi come un «fusibile»: la foglia viene sacrificata prima che i rami e i fusti subiscano danni. Perdere una foglia comporta un costo energetico minimo; un ramo o un tronco con vasi conduttori ostruiti in modo permanente rappresentano invece un elemento di disturbo molto più grave.

Tutti e tre i processi descritti – senescenza precoce, disseccamento delle foglie o seccume delle foglie ancora verdi (scorching) – dipendono soprattutto dall’andamento temporale e dall’intensità della siccità e del calore. I sintomi di essiccamento sulle foglie non indicano quindi necessariamente un malfunzionamento delle valvole di sicurezza.

Il confronto tra le curve di vulnerabilità e i potenziali idrici critici dei diversi organi indica se una specie arborea disponga o meno la strategia della segmentazione idraulica. Il valore P_{50} indica a quale potenziale idrico il 50% dei vasi conduttori cessa di funzionare. Il superamento del valore soglia P_{50} non significa che l’organo muoia; segnala piuttosto una perdita significativa della sua conduttività dell’acqua. Solo quando quasi il 90% (P_{88}) dei vasi conduttori è interessato, il trasporto idrico si considera definitivamente interrotto. Determinante per la strategia è la gerarchia della sensibilità alla

cavitazione dei diversi organi: se i valori P_{50} e P_{88} nel picciolo vengono raggiunti con un potenziale idrico meno negativo rispetto al resto dell'albero, la valvola di sicurezza è presente. Se i valori si trovano all'interno dello stesso intervallo, questa funzione protettiva non è presente. Se in questo caso le foglie mostrano sintomi di danno, si deve presumere che anche altre parti del sistema idraulico nei rami e nel fusto abbiano subito una cavitazione. La segmentazione è particolarmente marcata nelle specie provenienti da regioni aride; mentre nelle specie delle foreste umide è spesso debole o del tutto assente (Zhu *et al.* 2016).

Differenze tra le specie di latifoglie

Una prova sperimentale diretta sulla segmentazione di foglie, rami, fusti e radici di quattro specie di latifoglie e quattro di conifere ha confermato il modello di base: foglie e radici sono generalmente più sensibili alle embolie rispetto a rami e fusti (Johnson *et al.* 2016). Tuttavia, questo risultato non risponde alla domanda se una singola specie disponga di una valvola di sicurezza idraulica. Ciò può essere chiarito solo specie per specie, e per le specie arboree dell'Europa centrale lo stato delle conoscenze è molto variabile, come evidenziato dalla seguente tabella:

Tab. 1. Segmentazione idraulica, significato della caduta precoce delle foglie e prognosi a lungo termine per sei specie di latifoglie dell'Europa centrale. I valori P50 misurati direttamente (arrotondati) sono disponibili solo per il faggio e l'acero di montagna (semenzali, Losso *et al.* 2019); le altre voci sono stime con diversi gradi di certezza.

Specie arborea	**Segmentazione idraulica**	**Significato della caduta precoce delle foglie**	**Previsione a lungo termine**
Faggio rosso *(Fagus sylvatica)*	No – il picciolo e il fusto presentano potenziale di cavitazionesimile (~−2,3 vs. −2,7 MPa)	Sintomo di danno: il fusto e i rami sono già compromessi	Mortalità elevata nell'arco di 3 o più anni, presenza di insetti corticicoli, secrezione di mucillaggini
Acero di montagna *(Acer pseudoplatanus)*	Pronunciata nelle piantine (picciolo ~−1,1 MPa, fusto ~−2,5 MPa); non testato su alberi adulti	Probabilmente protettivo; i sintomi di essiccamento non lo escludono	Non è stato studiato il recupero dopo la defogliazione estiva
Farnia/Rovere *(Quercus robur/petraea)*	Probabilmente sì – fusto resistente alla cavitazione (da −4,6 a −4,7 MPa) (Lobo *et al.* 2018)	In gran parte protettivo in caso di stress moderato	L'anatomia a pori disposti ad anello rinnova annualmente i vasi conduttori del legno primaverile; facilitando un trasporto efficiente dell'acqua nell'anno successivo. A seconda della stazione, tuttavia, è possibile anche la mortalità nell'anno successivo (Vitasse *et al.* 2023)
Betulla pendula *(Betula pendula)*	Non chiaro/inverso – la nervatura centrale è più resistente dei rami	Ambiguo, piuttosto un sintomo di stress	La caduta prematura delle foglie è un segnale di allarme
Frassino *(Fraxinus excelsior)*	Probabilmente sì – protezione a più livelli: fusto > picciolo > foglia	Le fogliole sono le prime a deperire	Già indebolite dalla moria dei germogli (avvizzimento) del frassino; la siccità rappresenta un ulteriore fattore di stress
Carpino bianco *(Carpinus betulus)*	Sconosciuto	Non chiaro	È considerato più tollerante allo stress idrico rispetto al faggio; mancano dati precisi

I sintomi precoci di alterazione del colore e la caduta delle foglie non indicano se una specie arborea disponga di una valvola di sicurezza idraulica e se la caduta delle foglie sia un meccanismo di prote-

zione o un danno, poiché i sintomi che si presentano sono gli stessi. La differenza si manifesta solo negli anni successivi: l'assenza di danni nonostante i sintomi fogliari dell'anno precedente indica allora l'efficacia del meccanismo di protezione. Per una valutazione approfondita delle principali specie arboree autoctone manca finora la determinazione della loro sensibilità alla cavitazione su foglie, rami e fusti. Un compito fondamentale consiste nel conoscere le conseguenze a lungo termine di tali effetti per le diverse specie arboree. A tale scopo è indispensabile un monitoraggio a lungo termine.

Il faggio: un compromesso evolutivo

Il faggio rosso rappresenta un caso di una specie particolarmente critica. L'assenza di una valvola di sicurezza in questa specie non è casuale. È il rovescio della medaglia della sua strategia di sopravvivenza primaria che consiste nell'ombreggiare fortemente i suoi concorrenti, attraverso una chioma completa e chiusa. Un albero che vuole competere con i suoi concorrenti facendo loro ombra, non può permettersi di perdere le foglie prematuramente. Nel corso della sua evoluzione, il faggio ha rinunciato alla valvola di protezione idraulica a favore della propria strategia competitiva (Losso *et al.* 2019).

Ciò significa che se un faggio perde le foglie a luglio, non si tratta di una reazione di difesa. La caduta prematura del suo fogliame è quindi un grave segnale di stress e di allarme ed è associabile a un rischio maggiore di danni a lungo termine alla chioma e a una accresciuta mortalità. A quel momento, il potenziale idrico nel fusto era già basso quanto quello nel picciolo: l'embolia aveva pertanto già colpito il fusto.

Le condizioni soglia nelle quali questo fenomeno avviene sono ben descritte per il faggio: potenziali idrici fogliari misurati prima dell'alba compresi tra −2,1 e −2,8 MPa segnano l'inizio dei danni alla chioma; al di sotto di −2,8 MPa la traspirazione cessa e il grado di diradamento delle chiome supera il 20 % (Walthert *et al.* 2021). Le misurazioni effettuate nel luglio 2026 su faggi gravemente danneggiati confermano il modello già osservato durante l'estate del 2018.

I dati di un monitoraggio a lungo termine provenienti dalla Svizzera settentrionale mostrano quanto ciò sia grave: in quelle regioni, dopo l'estate estremamente siccitosa del 2018, 963 faggi adulti sono stati monitorati durante tre anni.

Faggi nella Svizzera settentrionale – tre anni dopo l'estate di siccità del 2018

- → Con caduta precoce delle foglie nel 2018: il 7,2% dei faggi era morto entro il 2021 – senza caduta precoce delle foglie la mortalità era solo dell'1,3%.
- → Grado di diradamento delle chiome negli alberi colpiti: in media il 29 % entro il 2020.
- → Nel 2019 il 24,6% presentava fuoriuscita di flusso mucillaginoso (con lesioni sulla corteccia che secernono sostanze gelatinose).
- → Nel 2021, tre anni dopo l'anno di siccità, il 22,8% dei faggi esaminati presentava infestazioni da insetti corticicoli.

Fonte: Frei *et al.* 2022

Perché i danni si fanno sentire per più anni?

Sono quattro meccanismi che si rafforzano a vicenda e che spiegano perché i danni continuano a farsi sentire per anni:

- **Deficit di carbonio:** la perdita di fogliame a luglio accorcia la stagione fotosintetica di 8-12 settimane e influisce negativamente sulla capacità di formare dei germogli nell'anno

successivo. L'albero entra in autunno con riserve di carboidrati ridotte. Sono proprio queste le riserve di cui avrebbe bisogno nella primavera successiva per la germogliazione e la formazione di nuove radici secondarie.

- **Perdita di nutrienti:** in caso di danni da calore, l'azoto e il fosforo rimangono all'interno delle foglie cadute prematuramente. Attraverso lo strato di lettiera raggiungono il suolo e solo dopo la decomposizione, vengono in parte riassorbiti. Questo processo è tuttavia più lento e comporta perdite. Poiché entrambi i nutrienti determinano lo sviluppo fogliare, la loro perdita ripetuta indebolisce la capacità di sviluppo della chioma per diversi anni (Bergström *et al.* 2026).
- **Conduttività idrica ridotta in modo permanente:** i vasi xilematici cavitati non recuperano la loro funzione nella stagione successiva alla siccità. L'albero compensa il disturbo persistente riducendo la superficie fogliare. È proprio questo fenomeno che si manifesta l'anno successivo sottoforma di diradamento delle chiome (Hunziker *et al.* 2025, Arend *et al.* 2022). L'albero inizia così l'anno di siccità successivo con un sistema di conduzione debilitato, una superficie fogliare ridotta e, di conseguenza, con un potenziale fotosintetico inferiore e con un margine di difesa più esiguo, fattori combinati che determinano in modo significativo la mortalità da siccità (Torres-Ruiz *et al.* 2024).
- **Parassiti secondari:** gli alberi indeboliti non formano più barriere di sostanze resinose sufficienti, né tantomento calli e compartimentazioni delle ferite. Gli insetti corticicoli, come gli scolitidi e i buprestidi, nonché i funghi, approfittano di questa finestra temporale a loro favorevole per affermarsi, spesso solo da uno a tre anni dopo l'evento (Frei *et al.* 2022).

Questi meccanismi agiscono – sia singolarmente che in combinazione – ben oltre i confini di un singolo evento. Gli anni estremi 2003, 2015, 2018/2019, 2022 e 2026 hanno un effetto cumulativo: su stazioni forestali critiche, spesso sono gli stessi alberi a essere nuovamente colpiti, e questa combinazione accelera processi come la morìa dei faggi, che si protrae per più anni. Tuttavia, non è stato quantificato in che misura questo effetto finisca per sommarsi.

Conifere: aghi marroni quale segnale tardivo

Le conifere reagiscono in modo fondamentalmente diverso, fatto che modifica la valutazione del danno. La loro linea di difesa primaria non consiste nel sacrificare le foglie, ma spesso nella drastica riduzione della traspirazione. Non presentano infatti vere e proprie zone di abscissione sui singoli aghi.

Determinante è quindi l'annata degli aghi. Se gli aghi delle annate precedenti tendono ad ingiallire e a cadere, può trattarsi di una reazione di difesa. Se invece imbruniscono gli aghi dell'annata in corso, il danno si è già verificato. Inoltre, il sintomo visibile è in ritardo rispetto al danno che lo causa: lo stress scatenante può risalire a settimane o mesi prima. La rapidità con cui si raggiunge lo stato critico dipende soprattutto dalla profondità del suolo nel quale le radici possono penetrare e dalla riserva idrica utilizzabile dalle piante; anche i danni pregressi dell'anno precedente hanno un ruolo importante. In caso di estrema siccità, ad esempio, gli abeti rossi possono subire un collasso idraulico e morire anche nel corso di una sola estate, senza essere stati precedentemente attaccati da organismi nocivi (Arend *et al.* 2021).

Esistono grandi differenze tra le specie principali. **L'abete rosso** *(Picea abies)* è il più vulnerabile: il suo apparato radicale superficiale assorbe acqua solo dallo strato superiore del suolo e mantiene aperti gli stomi più a lungo rispetto ad altre conifere. L'arrossamento degli aghi e l'imbrunimento della chioma sono spesso sintomi concomitanti di un'infestazione attiva da scolitidi della corteccia *(Ips typographus* in particolare): la formazione di una difesa resinosa richiede turgore e riserve di carboidrati, che vengono a mancare in seguito allo stress idrico. Il «punto di non ritorno» arriva presto. Il fatto che i danni alle chiome dell'abete rosso inizino spesso dall'alto ha una causa idraulica: i

giovani germogli situati in cima alle chiome sono intrinsecamente più vulnerabili (P_{50}−1,5 MPa) rispetto ai tessuti del legno più vecchio presente verso la base del fusto (−4,0 MPa) (Zambonini *et al.* 2024).

Il **pino silvestre** *(Pinus sylvestris)* è decisamente più resistente: chiude gli stomi precocemente e in modo conservativo, raggiunge gli strati profondi del suolo grazie alla radice principale a fittone e mantiene gli aghi per diversi anni. Se gli aghi più vecchi ingialliscono a fine estate, si tratta di una reazione allo stress, ma non è ancora un segno di danno permanente. La situazione diviene critica solo quando vengono colpiti anche gli aghi dell'anno in corso.

Fig. 5. Pini silvestri morti a causa dell'estrema siccità, nella foresta di Pfyn, nel canton Vallese.
Foto: Marcus Schaub (WSL)

Quali sono le implicazioni per la pratica forestale?

La caduta precoce delle foglie o lo scolorimento fogliare dei faggi nei mesi di giugno e luglio sono segnali di allarme da prendere seriamente: non si tratta di una semplice reazione di difesa, bensì di un sintomo di danno (Frei *et al.* 2022; Losso *et al.* 2019). Vale la pena contrassegnare tali alberi e osservarli per almeno tre anni consecutivi, ma preferibilmente di più, anche per verificare se e come si riprendono. Quando invece il danno si manifesta su aree estese, questo approccio raggiunge i limiti in termini di capacità del personale. In questo caso è opportuno sfruttare il fatto che il deperimento si protrae per diversi anni: ciò concede il tempo necessario per promuovere una rinnovazione idonea in relazione alle condizioni stazionali presenti, con interventi che non gravano ulteriormente sul mercato del legname.

Un eventuale processo di risanamento varia notevolmente a seconda della specie arborea:

- Faggio: rischio di morìa elevato per altri tre anni; monitoraggio dei danni negli anni successivi.
- Quercia: relativamente resiliente, poiché i punti di rottura prestabiliti limitano la diffusione dei danni e i giovani vasi del legno primaverile disposti ad anello poroso consentono un efficiente rinnovo delle vie di trasporto dell'acqua. La rovere e la roverella sopravvivono

meglio sulle stazioni aride, con l'ultima specie citata che negli anni di siccità viene fortemente infestata da parassiti secondari (Sallé 2014).

- Acero: prognosi più favorevole se la caduta delle foglie inizia nelle prime fasi dello stress; tuttavia, non è stato ancora studiato in che misura gli aceri riescono a riprendersi dopo una defogliazione estiva (Losso *et al.* 2019).
- Tiglio: si riprende in modo nettamente migliore dalla caduta precoce delle foglie.
- Abete rosso: la chioma bruna è un segnale di intervento urgente; è necessario un controllo immediato degli insetti corticicoli. L'urgenza aumenta proporzionalmente alla percentuale di abeti rossi e alla prossimità di ulteriori popolamenti di abeti rossi.

Decisioni su quali specie arboree promuovere e dove: i popolamenti a predominanza di faggio in stazioni con scarsa capacità di ritenzione idrica, ovvero su suoli poco profondi, pendii esposti e substrati sabbiosi, richiedono una nuova valutazione sul lungo termine. Con il moltiplicarsi delle estati estreme, il compromesso evolutivo del faggio diventa un fattore di stress ricorrente (Frei *et al.* 2022).

Resta da chiarire dove e con quale intensità i diradamenti migliorino la disponibilità idrica per i popolamenti boschivi rimanenti. Nei popolamenti di faggio, una misura di questo tipo potrebbe rappresentare un percorso stretto e precario (Gessler *et al.* 2026): la tolleranza all'ombra è infatti una componente fondamentale della strategia di sopravvivenza del faggio; se subito dopo un diradamento prevalgono condizioni di crescita favorevoli, i faggi rimanenenti investiranno le loro risorse vitali per accellerare la rapida chiusura delle chiome prima di sviluppare nuove radici. Ciò li rende ancora più vulnerabili al prossimo periodo di siccità.

Conclusione

Le foglie e gli aghi marroni dell'estate 2026 non raccontano una storia univoca, ma sono comunque significativi. Per il faggio, la specie arborea più caratteristica dell'Europa centrale, il quadro è chiaro: la caduta delle foglie in piena estate non è una valvola di sicurezza, bensì un sintomo di stress. Altre specie, come il tiglio o la quercia, riescono a proteggersi meglio, mentre per l'acero montano il quadro è ancora aperto. Anche la tolleranza delle specie dotate di una «valvola di sicurezza» idraulica ha dei limiti: nelle stazioni più aride ed estreme, ormai anche queste specie subiscono stress. Per quanto riguarda le conifere, infine, vale la regola: ciò che si vede arriva tardi. Troppo tardi per un intervento preventivo a livello di singolo albero, ma non troppo tardi per rivedere la scelta delle specie arboree idonee da favorire in funzione delle condizioni stazionali presenti. La conoscenza di queste differenze specifiche per specie non è un dettaglio accademico, ma una delle basi più importanti a supporto delle decisioni forestali dei prossimi decenni (Hunziker *et al.* 2025, Torres-Ruiz *et al.* 2024).

Traduzione: Fulvio Giudici, Gordola

Bibliografia

Arend M., Link R.M., Patthey R., Hoch G., Schuldt B., Kahmen A. (2021) Rapid hydraulic collapse as cause of drought-induced mortality in conifers. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 118(16), e2025251118. doi.org/10.1073/pnas.2025251118

Arend M., Link R.M., Zahnd C., Hoch G., Schuldt B., Kahmen A. (2022) Lack of hydraulic recovery as a cause of post-drought foliage reduction and canopy decline in European beech. New Phytol. 234(4), 1195–1205. doi.org/10.1111/nph.18065

Bergström M., Wu Z., Grossiord C., Vitasse Y. (2026) Distinguishing leaf scorching from senescence under climate extremes. Nat. Clim. Chang. 16, 744-745. doi.org/10.1038/s41558-026-02682-1

Frei E.R., Gossner M.M., Vitasse Y., Queloz V., Dubach V., Gessler A., … Wohlgemuth T. (2022) European beech dieback after premature leaf senescence during the 2018 drought in northern Switzerland. Plant Biol. 24(7), 1132-1145. doi.org/10.1111/plb.13467

Gessler A., Grünzweig J.M., Bigio L., Hartmann H., McDowell N., Krumm F., … Bottero A. (2026) Shaping future forests: how can ecophysiology support climate-smart forest management?. New Phytol, 250: 2778-2813. doi.org/10.1111/nph.71007

Hunziker, S.; Hug, C.; Schaub, M.; Waldner, P.; Gessler, A. (2025) Gut Ding will Weile haben: Erkenntnisse zur Waldgesundheit aus Langzeitbeobachtungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 176(2): 72-76. doi.org:10.3188/szf.2025.0072

Johnson D.M., Wortemann R., McCulloh K.A., Jordan-Meille L., Ward E., Warren J.M., Palmroth S., Domec J.-C. (2016) A test of the hydraulic vulnerability segmentation hypothesis in angiosperm and conifer tree species. Tree Physiol. 36(8), 983–993. doi.org/10.1093/treephys/tpw031

Lobo A., Torres-Ruiz J. M., Burlett R., Lemaire C., Parise C., Francioni C., Truffaut L., Tomášková I., Hansen J. K., Kjær E. D., Kremer A., Delzon S. (2018). Assessing inter- and intraspecific variability of xylem vulnerability to embolism in oaks. Forest Ecology and Management, 424, 53–61. doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.031

Losso A., Bär A., Dämon B., Dullin C., Ganthaler A., Petruzzellis F., … Beikircher B. (2019) Insights from in vivo micro-CT analysis: testing the hydraulic vulnerability segmentation in Acer pseudoplatanus and Fagus sylvatica seedlings. New Phytol. 221(4), 1831–1842. doi.org/10.1111/nph.15549

Sallé A., Nageleisen L. M., Lieutier F. (2014). Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: Current knowledge and future prospects in a context of climate change. Forest Ecology and Management, 328, 79–93. doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.027

Song J., Trueba S., Yin X.-H., Cao K.-F., Brodribb T.J., Hao G.-Y. (2022) Hydraulic vulnerability segmentation in compound-leaved trees: evidence from an embolism visualization technique. Plant Physiol. 189(1), 204–214. doi.org/10.1093/plphys/kiac034

Torres-Ruiz J.M., Cochard H., Delzon S., Boivin T., Burlett R., Cailleret M., … Martin-StPaul N.K. (2024) Plant hydraulics at the heart of plant, crops and ecosystem functions in the face of climate change. New Phytol. 241, 984–999. doi.org/10.1111/nph.19463

Tyree M.T., Ewers F.W. (1991) The hydraulic architecture of trees and other woody plants. New Phytol. 119, 345–360.

Vitasse Y., Wohlgemuth T., Rigling A. (2023) Les forêts face aux sécheresses et canicules: causes de dépérissements, facteurs aggravants et différences de sensibilité entre les espèces. Revue forestière française 74 (2), 121-132. doi.org/10.20870/revforfr.2023.7586

Walthert L., Ganthaler A., Mayr S., Saurer M., Waldner P., Walser M., Zweifel R., von Arx G. (2021) From the comfort zone to crown dieback: sequence of physiological stress thresholds in mature European beech trees across progressive drought. Sci. Total Environ. 753, 141792. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141792

Zambonini D., Savi T., Rosner S., Petit G. (2024) Consistent decrease in conifer embolism resistance from the stem apex to base. Front. Plant Sci. 15, 1414448. doi.org/10.3389/fpls.2024.1414448

Zhu S.-D., Liu H., Xu Q.-Y., Cao K.-F., Ye Q. (2016) Are leaves more vulnerable to cavitation than branches? Functional Ecology 30, 1740–1744. doi.org/10.1111/1365-2435.12656

Informazioni sull'articolo

Autori
Arthur Gessler, Stefan Hunziker, Katrin Meusburger, Martin Moritzi, Marcus Schaub, Yann Vitasse, Roman Zweifel, Frank Krumm

Redazione
Istituto federale di ricerca WSL

Contatto
Frank Krumm
frank.krumm@wsl.ch

Istituto federale di ricerca WSL
Ecologia degli Ecositemi
Zürcherstrasse 111
CH - 8903 Birmensdorf
Tel: +41 44 739 2966

Citazione
Gessler A., Hunziker S., Meusburger K., Moritzi M., Schaub M., Vitasse Y., Zweifel R., Krumm F. (2026) Chiome marroni a luglio: segnale di allarme o meccanismo di difesa? Waldwissen.net WSL. doi.org/10.55419/wsl:43975

Open Access
Questo articolo è Open Access. Salvo diversa indicazione, tutti i contenuti sono soggetti alla licenza Creative Commons CC BY 4.0. Possono essere liberamente riprodotti, distribuiti e rielaborati, a condizione che la fonte sia citata.