



# Faggete e adattamento

## Un'analisi bibliografica degli ultimi 25 anni

a cura di Vittorio Garfi e Luigi Torreggiani



LIFE15 CCA/IT/000089

**Q**uesto articolo è una sintesi della prima analisi bibliografica che ha raccolto gran parte degli studi sull'adattamento delle faggete all'emergenza climatica, realizzata nell'ambito del progetto Life AForClimate.

Il Progetto Life AForClimate ([www.aforclimate.eu](http://www.aforclimate.eu)) ha l'obiettivo di trasferire a tecnici e gestori forestali delle efficaci strategie di adattamento all'emergenza climatica delle faggete. Grazie al Progetto, è stata realizzata a Dicembre 2020 un'approfondita analisi bibliografica su Web of Science raccogliendo gli articoli dedicati alla gestione del faggio nel contesto del cambiamento climatico pubblicati su riviste *peer-reviewed* negli ultimi 25 anni (dal 1995 al 2020). Scopo dell'analisi era quello di individuare le soluzioni proposte dalla comunità tecnico-scientifica per migliorare la gestione del faggio, una tra le specie più diffuse e importanti per il settore forestale europeo. Un articolo scientifico dedicato a questo stu-

dio, dal titolo: *"What is known about the management of european beech forests facing climate change? A Review"* è stato pubblicato a novembre 2021 sulla rivista "Current Forestry Reports" (ANTONUCCI et al. 2021). Questo contributo è una sintesi di tale *paper*, realizzata dalla redazione di Sherwood in collaborazione con gli Autori.

### Base dati

Sono stati individuati inizialmente 180 articoli di cui 64 subito esclusi dall'analisi perché si concentravano sugli impatti del clima piuttosto che sulla gestione adattativa del faggio. Vale lo stesso per un altro gruppo di 25 articoli, esclusi perché analizzavano unicamente la relazione

tra i fattori climatici e la crescita della specie. Di conseguenza, lo studio si è concentrato su 91 articoli che includono non solo studi sulle faggete pure, ma anche su popolamenti misti. Tali articoli sono stati raggruppati nelle cinque principali aree geografiche europee secondo la classificazione utilizzata da Forest Europe e ulteriormente suddivisi in cinque argomenti principali: gestione, foreste miste, modellizzazione, genetica e rinnovazione.

Secondo la distribuzione geografica, la maggior parte degli articoli è stata incentrata sull'Europa centro-occidentale (34%), soprattutto sulla Germania (Grafico 1). La maggior parte degli articoli è stata inclusa nei temi gestione (30%) e modellizzazione (27%) (Grafico 2).

### Parole chiave

Faggio, adattamento, selvicoltura, cambiamento climatico

## Risultati

### Gestione

Riguardo alla gestione, gli studi descrivono effetti positivi (58%), negativi (12%) e neutri (30%) delle attività selvicolturali, principalmente analizzando la crescita degli alberi, l'accumulo di biomassa e il sequestro di CO<sub>2</sub> in relazione ai problemi legati all'emergenza climatica.

**Il diradamento è risultato la tecnica selvicolturale maggiormente studiata nelle faggete**, per valutare gli effetti di diverse intensità e approcci sulla produttività dei popolamenti. In particolare, in Germania e nell'Europa orientale, nelle fustaie, sono stati testati due approcci di diradamento (dal basso e dall'alto). Gli studi hanno evidenziato che la risposta nella produttività è maggiore quando si applica il diradamento dall'alto. Altre ricerche hanno dimostrato **effetti positivi dei diradamenti anche nelle annate siccitose** (es. 2003) e diversi studi hanno riportato che, in generale, **il diradamento può potenzialmente mitigare l'impatto dello stress da siccità sulla crescita degli alberi, riducendo la competizione per l'acqua**.

Studi sul confronto tra foreste gestite e non gestite riportano, al contrario, che gli alberi nelle faggete gestite con interventi molto leggeri di selvicoltura "prossima alla natura" hanno mostrato **un calo della crescita più forte durante i periodi di estrema siccità rispetto agli alberi in foreste non gestite**. In questo ultimo caso, l'assenza di interventi di raccolta potrebbe aver comportato un ridotto trasferimento di luce al suolo e una maggiore umidità

dell'aria a livello delle chiome. Inoltre, dato che gli strati superiori del suolo sono maggiormente inclini alla disidratazione, gli alberi nei popolamenti gestiti potrebbero aver subito una maggiore sensibilità alla siccità estrema (maggiore radiazione al suolo).

In Germania, tuttavia, la differenza in termini di accumulo di biomassa è stata valutata in due siti, uno gestito (nell'ambito della gestione forestale ordinaria) e uno appartenente a una riserva naturale. La foresta gestita ha mostrato un tasso più elevato di produzione di biomassa, indicando che **la gestione forestale potrebbe indurre una minore pressione competitiva e un maggiore incremento di volume**. Inoltre, studi in Europa centrale hanno riportato *trend* di crescita positivi probabilmente causati da eutrofizzazione, aumento della temperatura e prolungamento della stagione vegetativa, anche dopo forti diradamenti.

La maggior parte degli studi riporta quindi che **la gestione attiva delle foreste ha avuto effetti positivi, in particolare sulla crescita degli alberi in risposta agli impatti dei cambiamenti climatici, principalmente la siccità**. D'altra parte, gli articoli che non hanno osservato effetti positivi della gestione forestale evidenziano che la selvicoltura naturalistica dovrebbe comunque essere considerata come un'alternativa gestionale per le faggete, specialmente nelle foreste multi-obiettivo, per bilanciare la produzione di legname con altri servizi ecosistemici, la stabilità ecologica e la conservazione della biodiversità.

### Modellizzazione

Gli articoli raccolti di questo gruppo si sono concentrati principalmente sull'uso di modelli per valutare, in diversi contesti gestionali, gli impatti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione del faggio (60%) e per prevedere la crescita degli alberi in relazione agli scenari di cambiamento climatico (40%). La maggior parte degli articoli è stata prodotta in quei Paesi che appartengono all'areale di distribuzione del faggio meridionale, come Spagna, Italia e Serbia.

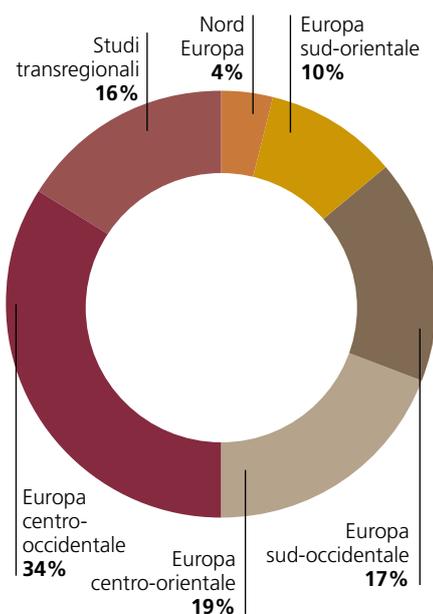
**Una tendenza alla riduzione dell'areale di distribuzione del faggio è stata evidenziata in quasi tutti gli articoli**, in particolare a basse quote e nelle località più meridionali. Le proiezioni della distribuzione del faggio riportano **un'espansione verso il suo limite europeo nord-orientale, mentre ai suoi limiti meridionali è previsto un notevole spostamento verso quote più elevate**. Alcuni autori hanno evidenziato che, **in assenza di gestione forestale, la distribuzione delle foreste di faggio potrebbe diminuire del 25% entro la fine del ventunesimo secolo**.

La maggior parte degli articoli che hanno simulato la crescita degli alberi in scenari di cambiamento climatico previsti mostrano quindi una tendenza decrescente in futuro. La gestione forestale, di conseguenza, può agire per frenare questa tendenza o, in alcuni contesti, per accelerarla in favore di altre specie più adatte ai vari ambienti.

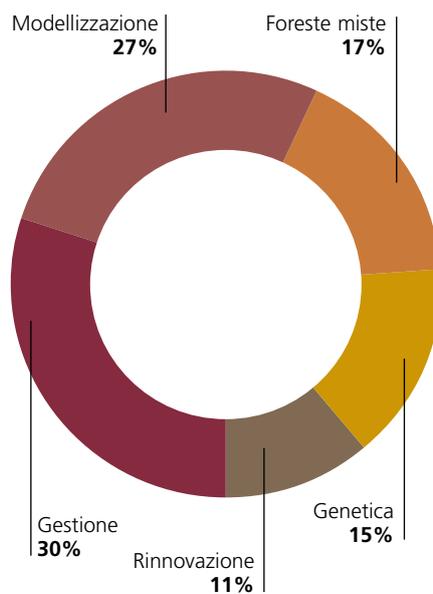
### Foreste miste

Una delle principali misure di adattamento suggerite per far fronte ai cambiamenti climatici è la diversificazione della composizione specifica nelle faggete pure. Rispetto ai popolamenti puri, infatti, **la gestione del faggio in popolamenti misti mostra generalmente una maggiore produttività**. Gli articoli compresi in questo gruppo trattano di due tipi di bosco misto: faggio misto a conifere (precisamente abete bianco, abete rosso o pino silvestre) e faggio misto ad altre latifoglie (prevalentemente querce caducifoglie o altre latifoglie sporadiche).

Dagli studi analizzati si evince che **le conifere favorirebbero l'adattamento del faggio all'aumento dei disturbi legati alla siccità**, perché lo sviluppo degli apparati radicali in strati diversi del suolo possono consentire una riduzione della competizione per l'acqua e le sostanze nutritive. Il mix tra faggio e douglasia, testato principalmente nell'Europa centrale, ha mostrato che **la douglasia può trarre vantaggio dall'essere mescolata con il faggio in termini di produttività e di stress da siccità**, dato che le sue radici dominano negli strati



**Grafico 1** - Distribuzione geografica degli articoli analizzati secondo le categorie di Forest Europe utilizzate nello State of Europe's forests.



**Grafico 2** - Distribuzione degli articoli analizzati in base agli argomenti principali affrontati negli studi.

superficiali del suolo, mentre quelle del faggio si diffondono negli strati più profondi.

In generale, **la mescolanza di faggio e altre specie può rappresentare una potenziale misura di adattamento**, sebbene finora nessuno studio abbia analizzato l'effetto diretto della gestione forestale in queste foreste. Nonostante lo sviluppo o la creazione di popolamenti forestali misti sia, nella maggior parte dei casi, una valida soluzione, i risultati di alcuni studi indicano che la crescita in un bosco misto non sempre protegge le specie arboree (principalmente faggio, abete rosso e abete bianco) dagli effetti dei cambiamenti a lungo termine delle condizioni ambientali, anche se si evidenzia **una resistenza generalmente maggiore delle foreste miste ai disturbi ambientali e agli eventi estremi**.

### Genetica

In questo gruppo, gli articoli hanno evidenziato **l'importanza della variazione genetica all'interno delle popolazioni di faggio**, utile per comprendere il potenziale di adattamento della specie ai cambiamenti climatici. Questi studi hanno confrontato la risposta di diverse popolazioni a fattori di stress climatici, principalmente temperatura dell'aria e disponibilità idrica. Sono stati individuati due livelli di analisi: uno focalizzato sui tratti morfologici e fisiologici in diverse provenienze di faggio e l'altro che ha utilizzato marcatori molecolari per definire la risposta genetica delle popolazioni studiate. Gli studi analizzati suggeriscono che **il potenziale di adattamento maggiore risiede nelle popolazioni di faggio esposte a sud e in quelle dell'Europa meridionale**, sebbene siano necessari ulteriori conferme sperimentali sul campo.

Riconoscere l'esistenza di diverse strategie di adattamento nelle popolazioni di faggio identificate attraverso studi genetici è importante nella selvicoltura adattativa volta a far fronte ai cambiamenti climatici. Ciò migliorerebbe anche l'efficacia della migrazione assistita, consentendo la selezione delle provenienze di faggio maggiormente adatte ad un clima più caldo.

### Rinnovazione naturale

In questo gruppo sono stati raccolti articoli che hanno valutato l'effetto della gestione forestale sulla rinnovazione naturale. Alcuni articoli hanno studiato gli interventi selvicolturali applicati per garantire la rinnovazione del faggio in un clima più caldo applicando diverse intensità di utilizzazione. Sebbene il faggio tolleri l'ombra, uno studio ha riportato **risultati**

**positivi applicando una diminuzione della copertura delle chiome di media intensità** (dove la densità iniziale del popolamento è stata ridotta del 50%) mentre il mantenimento di una maggiore copertura ha dimostrato di produrre risultati peggiori.

Per quanto riguarda la rinnovazione naturale del faggio nelle foreste miste rispetto ad altre specie, sia latifoglie che conifere, esso ha mostrato un vantaggio in condizioni ottimali di temperatura e umidità, **ma la rinnovazione naturale potrebbe essere inibita dall'interferenza di specie frugali**, specialmente durante la siccità estiva.

Un'altra questione cruciale legata alla rinnovazione del faggio riguarda la **previsione della pasciona in base alle condizioni climatiche**. Molti studi si sono concentrati su questo aspetto e hanno raggiunto un'accuratezza accettabile nel descrivere le relazioni tra le precondizioni meteorologiche passate e le annate di pasciona. Altri studi si sono concentrati sulla rigenerazione post-incendio, dove l'insediamento naturale del faggio **si è verificato solo se la gravità dell'evento era moderata** e gli alberi rimanenti avevano garantito un'abbondante disseminazione. Molti studi di questo gruppo hanno infine sottolineato l'importanza dello sviluppo delle chiome per garantire un'abbondante produzione di semi.

### Lacune e prospettive

Per quanto riguarda il gruppo gestione, si sottolinea come sia necessario **promuovere aree di monitoraggio laddove non esistono**, specialmente nel sud-est dell'Europa, e sperimentare gli stessi trattamenti in foreste diverse. Inoltre, viene ribadito come le foreste vetuste possano rivestire un'importanza particolare nella ricerca, in quanto ecosistemi in equilibrio dinamico con le perturbazioni naturali che possono essere considerati **modelli di riferimento in cui valutare le risposte del faggio ai cambiamenti climatici**. Per superare la mancanza di studi a lungo termine, **la modellazione ha mostrato il suo elevato potenziale per indirizzare le future decisioni di gestione negli scenari di cambiamento climatico**. Tuttavia, la modellazione in diversi scenari di cambiamento climatico ha anche rivelato che **le opzioni di gestione forestale sono le variabili più importanti che influenzano i risultati in termini di crescita e resilienza**. Per questo, occorrerebbe che, anche grazie ai modelli, venissero generate delle linee guida gestionali chiare e praticabili per i decisori politici e i gestori forestali.

Le foreste miste sono risultate ampiamente studiate ma, anche in questo caso, **appaiono**

**necessarie linee guida per attuare strategie di gestione adattiva**. Inoltre, è necessario identificare le migliori pratiche, applicabili su larga scala, per garantire l'adattamento e la mitigazione delle foreste di faggio ai cambiamenti climatici e successivamente confrontare gli effetti delle diverse alternative di gestione in tutta Europa.

Grandi passi avanti sono stati compiuti nella genetica delle popolazioni, identificando le provenienze del faggio potenzialmente più adatte a un clima che cambia, soprattutto in relazione all'aumento della siccità. Questi risultati sono stati però ottenuti in campi sperimentali, mentre il prossimo passo fondamentale sarà **testare le provenienze in diverse condizioni ambientali**.

Per quanto riguarda la rinnovazione, infine, l'effetto dell'apertura nella copertura è stato indagato spesso, anche se la tolleranza all'ombra del faggio meriterebbe maggiori indagini. Da un punto di vista gestionale, **migliorare le attuali conoscenze sugli effetti della selvicoltura sulla rinnovazione del faggio sarebbe cruciale in particolare per le faggete meridionali**, in cui la siccità potrebbe influenzare la produzione di semi e l'insediamento delle piantine.

### Conclusioni

Questa analisi bibliografica è la prima che ha raccolto gran parte degli studi sulle opzioni gestionali applicate alle faggete europee per far fronte ai cambiamenti climatici. Lo studio degli articoli scientifici individuati ha mostrato chiaramente come l'emergenza climatica stia costringendo i ricercatori forestali a indagare maggiormente gli effetti della gestione forestale attiva per adattare le faggete all'emergenza climatica e mantenere attivi i vari servizi ecosistemici che esse forniscono alla società.

Se tradotti in linee guida efficaci, i risultati di questi studi potrebbero da un lato aiutare gli operatori forestali a indirizzare meglio gli interventi selvicolturali, dall'altro spingere i ricercatori a incrementare una rete di aree di monitoraggio a lungo termine.

### BIBLIOGRAFIA

ANTONUCCI S., SANTOPUOLI G., MARCHETTI M., TOGNETTI R., CHIAVETTA U., GARFI V., 2021 - **What Is Known About the Management of European Beech Forests Facing Climate Change? A Review**. *Curr Forestry Rep* 7, 321-333. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00149-4>

### INFO AUTORI

**Vittorio Garfi**, Università degli Studi del Molise. E-mail: [vittorio.garfi@unimol.it](mailto:vittorio.garfi@unimol.it)

**Luigi Torreggiani**, Redazione di Sherwood.