

Ecologia del fuoco delle faggete in ambiente montano

Servizi ecosistemici e misure selvicolturali post-incendio

Janet Maringer, Davide Ascoli, Eric Gehring, Thomas Wohlgemuth, Massimiliano Schwarz, Marco Conedera



Fig. 1. Tipico mosaico di popolamenti dopo un incendio di severità mista in una faggeta montana alpina. Sono ben visibili aree a elevata mortalità accanto a porzioni di bosco con le chiome ancora vitali.

I cambiamenti climatici stanno aumentando la frequenza di ondate di calore e siccità prolungate con effetti immediati sul pericolo di incendio boschivo. Questa evoluzione del regime di incendio sta interessando tipologie forestali storicamente poco inclini a essere percorse dal fuoco come le faggete montane dell'Europa centrale. Oltre a svolgere molte funzioni ecologiche ed economiche, queste faggete hanno un importante ruolo di protezione dai pericoli naturali (es. caduta massi, frane superficiali). La conoscenza dell'ecologia del fuoco del faggio è una premessa indispensabile per pianificare la ricostituzione post-incendio dei servizi forniti dalle faggete (es. funzione protettiva) con misure selvicolturali basate su principi ecologici.

Le faggete montane (*Fagus sylvatica* L.) svolgono importanti funzioni di protezione contro i pericoli naturali quali caduta massi, frane superficiali ed erosione del suolo (PERZL 2009). In Svizzera queste faggete coprono il 14 % delle foreste di protezione (WSL 2019). I disturbi naturali su grande scala sono una minaccia per la continuità della funzione protettiva dei boschi montani (VACCHIANO *et al.* 2016). La compromissione di tale funzione dipende in parte dalla tipologia, intensità ed estensione del disturbo e in parte dalla resistenza e dalla capacità rigenerativa del popolamento colpito, così come dalle eventuali misure selvicolturali di prevenzione e di ricostituzione messe in atto (BEBI *et al.* 2015).

Diversamente dalle tempeste di vento, gli incendi boschivi sono un disturbo storicamente raro nelle faggete centro-europee. Il faggio predilige stazioni profonde, fresche e con buona disponibilità idrica, dove raramente si sviluppano condizioni favorevoli all'innesco della lettiera e della necromassa (HUSTON *et al.* 2016; HENNING 2019). Nelle faggete naturali e nelle fustaie produttive in stazioni fertili, la formazione di fusti privi di rami e la copertura colma delle chiome impediscono lo sviluppo di un sottobosco ricco in biomassa potenzialmente infiammabile. In tali condizioni di mancanza di luce e alta umidità dell'aria la lettiera tende a essere compatta, umida, poco arieggiata e quindi anche difficilmente infiammabile (PEZZATTI *et al.* 2010; HENNING 2019). Questa inibizione strutturale della propagazione del fuoco è meno marcata nelle faggete giovani o originate da ceduo, che presentano dimensioni dei

fusti e delle chiome tendenzialmente minori.

Lunghi periodi di siccità possono tuttavia disidratare la lettiera, la necromassa e gli orizzonti organici del suolo anche nelle faggete, creando una struttura dei combustibili di superficie più porosa e quindi infiammabile. In queste condizioni le faggete possono prendere facilmente fuoco e sostenere una combustione intensa, difficile da estinguere. Esempi in questo senso sono le ondate di calore e siccità che negli anni 2003, 2017 e 2018 hanno causato, soprattutto al Sud delle Alpi, incendi di vaste proporzioni in faggeta (fig. 1). Gli scenari climatici prevedono un aumento di questi episodi di siccità entro la fine del 21° secolo (SCHÄR *et al.* 2004; PEZZATTI *et al.* 2016). Tali previsioni fanno sorgere nuovi interrogativi su resilienza, funzionalità ecologica e capacità protettiva delle faggete percorse da incendi (ALLGAIER LEUCH *et al.*

2017; ASCOLI *et al.* 2013). Diventa quindi fondamentale migliorare le nostre conoscenze sull'ecologia del faggio in relazione agli incendi, per ridurre al minimo gli effetti indesiderati del fuoco e per mettere a punto strategie selvicolturali sostenibili per la gestione delle aree bruciate.

Il fuoco in faggeta

A differenza degli incendi di chioma ad alta intensità, che in Europa si verificano soprattutto nelle aree mediterranee e nei popolamenti di conifere delle valli alpine centrali, nelle faggete montane gli incendi sono soprattutto radenti. Il fuoco di regola interessa i combustibili di superficie e consuma solo la lettiera, gli strati superiori di humus, la necromassa a terra di minori dimensioni e le erbe e gli arbusti eventualmente presenti nel sottobosco. In condi-

Definizione di intensità e severità del fuoco

L'intensità lineare del fronte di fiamma è definita come il calore di irraggiamento (misurato in kW m^{-1}) del fronte di fiamma e dipende dalla qualità (composizione, struttura, disposizione spaziale e grado di umidità) e dalla quantità della biomassa disponibile. Le condizioni meteorologiche locali come per esempio il vento e il suo apporto in ossigeno possono interagire con la geomorfologia del terreno e condizionare il processo di combustione e quindi anche l'intensità del fronte di fiamma.

La **severità del fuoco** definisce invece la gravità dell'impatto e delle alterazioni causate dall'incendio all'ecosistema in termini di riduzione della biomassa, copertura e composizione della vegetazione, struttura e composizione chimica del suolo ecc.

Valutazione della gravità dell'incendio (severità del fuoco)

Nelle faggete la severità di un incendio può variare anche localmente su scala molto piccola in funzione della morfologia del terreno e della struttura del popolamento. Per la valutazione della gravità dell'incendio si deve quindi inizialmente procedere a una delimitazione visiva (in campo o attraverso immagini aeree) del differente impatto del fuoco all'interno dell'area bruciata.

La valutazione in campo può essere fatta nei primi tre anni dall'evento e si basa sulla stima delle porzioni chioma degli alberi perse (perdita di intere branche e relativo fogliame) e della area basimetrica residua degli alberi ancora viventi (rapporto tra area basimetrica degli alberi vivi e area basimetrica totale prima dell'incendio) (fig. 2).

La **severità del fuoco è bassa** se le perdite a livello di chioma sono minime (copertura delle chiome superiore a 85 % e l'area basimetrica residua è almeno 80 % di quella iniziale (di regola una situazione stabile anche per 20 anni dopo l'evento).

La **severità del fuoco viene valutata come media** quando le chiome già al terzo anno possono accusare perdite dal 80 al 50 % e l'area basimetrica degli individui ancora vivi si fissa tra il 60 e il 90 % di quelle iniziali. Le perdite in questa categoria di severità sono molto variabili ma tendono ad aumentare con il tempo a causa della mortalità differita, arrivando a delle aree basimetriche residue che dall'80 % possono scendere anche fino al 45 %.

Le superfici con **fuoco di alta severità** sono caratterizzate da una forte dinamica post-incendio. Alcuni alberi accusano perdite fogliari e di chioma fino al 50 % già nel primo periodo vegetativo dopo l'incendio, mentre l'area basimetrica del popolamento può ridursi fino dell'80 % rispetto ai valori iniziali (fig. 2).

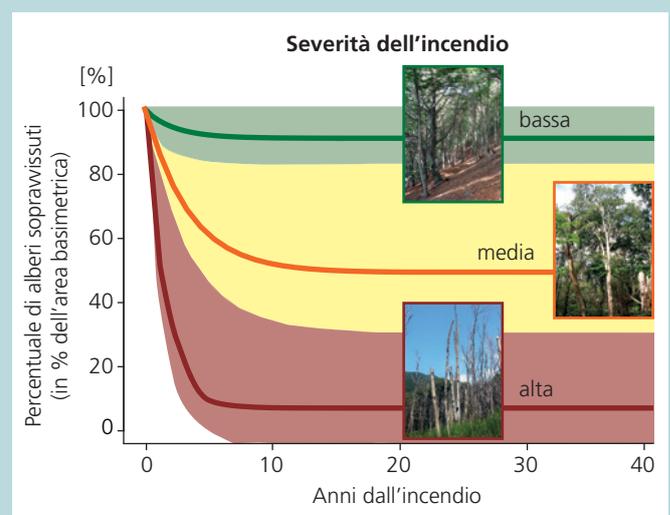


Fig. 2. Determinazione delle tre categorie di severità dell'incendio (bassa, media, alta) in funzione della proporzione di area basimetrica degli individui di faggio ancora vivi rispetto all'area basimetrica prima dell'incendio.

zioni meteorologiche normali questi incendi raramente si estendono su grandi superfici, indipendentemente dalla stagione in cui avvengono (riposo o periodo vegetativo), in quanto sono facilmente controllabili dagli operatori antincendio. Tuttavia, in caso di condizioni meteorologiche molto secche e ventose, gli incendi in faggeta possono estendersi su superfici vaste e, in presenza di chiome disidratate per la siccità durante il periodo vegetativo, il fuoco può interessare anche porzioni di chioma (ASCOLI *et al.* 2015).

Una caratteristica degli incendi nelle faggete montane è l'eterogeneità anche su piccola scala del comportamento del fuoco: l'intensità del fronte di fiamma varia infatti in funzione dei differenti livelli di umidità e accumulo di lettiera e necromassa dovuti alla geomorfologia del terreno e porta localmente a un mosaico di situazioni bruciate con differente intensità e severità, tra cui anche parti risparmiate dalle fiamme (vedi fig. 1).

Ecologia del fuoco del faggio

Fattori primari di mortalità

L'ombrosità dei popolamenti e le caratteristiche dei combustibili di superficie rende le faggete poco infiammabili e quindi raramente si sviluppano incendi di elevata intensità. Il faggio non ha quindi sviluppato particolari caratteristiche fisiologiche (spiccata capacità pollonifera; serotinia) o morfologiche (abbondante strato di sughero) di resistenza al fuoco. La corteccia si presenta liscia anche in età avanzata. Ne consegue un debole isolamento degli organi vitali e del cambio dal riscaldamento generato dal calore di convezione e di radiazione o dal contatto con la fiamma. A differenza del castagno e della quercia, la capacità del faggio di riprodursi per via vegetativa attraverso i ricacci da ceppaia si riduce rapidamente con l'avanzare dell'età. Infine, come la maggior parte delle specie arboree centroeuropee, le faggete non sono durevoli nel suolo e perdono la loro capacità germinativa già dopo il primo anno, non arrivando così a costituire una banca semi che possa contribuire alla rinnovazione del popolamento dopo il passaggio dell'incendio (WAGNER *et al.* 2010).

Nonostante la mancanza di specifici adattamenti morfologici, il faggio può però sopravvivere agli incendi boschivi. Decisivo in questo senso è l'effetto combinato della severità dell'incendio (vedi

«Definizione di intensità e severità del fuoco») e delle caratteristiche dei singoli alberi, che può manifestarsi come morte immediata, ritardata, o con la sopravvivenza dell'individuo.

Fra le caratteristiche morfologiche più importanti nel determinare la sopravvivenza o la morte di un individuo vi è il diametro del tronco. Nei faggi di piccole dimensioni il calore del fuoco spesso danneggia l'intera circonferenza del tronco (fig. 3 A), riducendo a un minimo il tessuto vitale disponibile per la cicatrizzazione

della ferita e la ripresa vegetativa. Diverso è il caso dei faggi di grossi dimensioni, dove l'incendio danneggia solo le porzioni di corteccia sul lato del tronco opposto rispetto alla direzione del fronte di fiamma (fig. 3 B; fig. 4). I grossi faggi hanno quindi generalmente maggiori probabilità di sopravvivere a un incendio rispetto a quelli con diametri minori, anche se questo effetto si attenua con l'aumentare della intensità del fronte di fiamma. In caso di incendi di media intensità può giocare un ruolo decisivo anche l'eventuale struttura

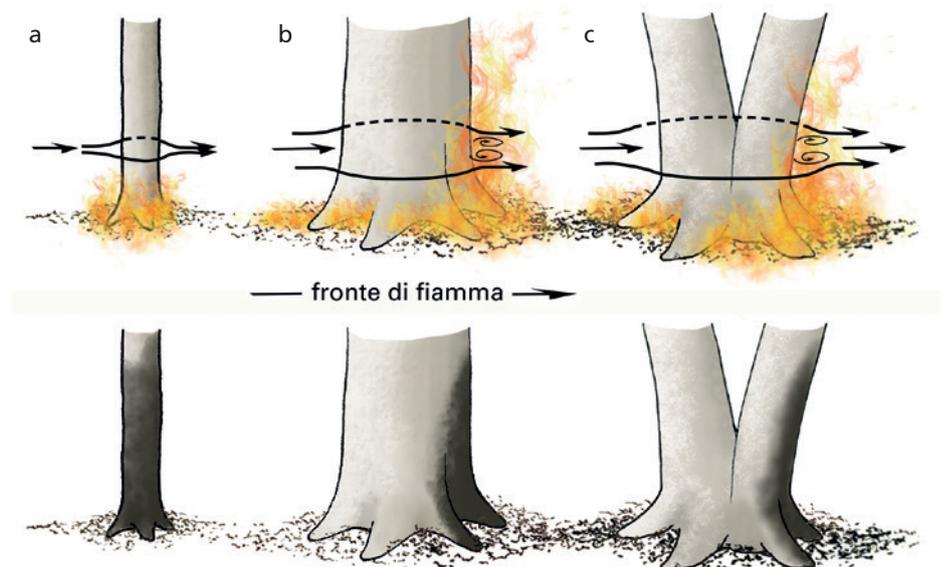


Fig. 3. Interazione tra il fronte di fiamma e i fusti di faggio singoli di minori dimensioni (a), singoli e di diametro maggiore (b) o ceppaie policorniche (c)

■ elevata esposizione al calore, lungo tempo di permanenza del fuoco ■ danni letali alla corteccia. Illustrazione: Silvana Wölfle (modificato da GUTSELL e JOHNSON 1996).



Fig. 4. Tipiche cicatrici a forma triangolare dovute a scottatura da fuoco alla base del tronco sul lato opposto rispetto la direzione del fronte di fiamma.



Fig. 5. Specie fungine tra le più frequenti a colonizzare i faggi danneggiati dal fuoco: a) *Cerrena unicolor*, b) *Irpex lacteus*, c) *Daldinia* sp.

policormica delle ceppaie di faggio. A differenza di tronchi singoli per piede d'albero, nella struttura policormica (es. in ceppaie da ceduo) sono i polloni posti sottovento (vale a dire dalla parte opposta rispetto al fronte di avanzamento del fuoco) a subire i maggiori danni a causa dell'accresciuto impatto termico dovuto al prolungato tempo di residenza e alla maggiore altezza delle fiamme (fig. 3 C).

Dopo incendi di elevata severità, alcuni individui muoiono immediatamente, mentre la maggior parte degli altri alberi danneggiati non sopravvive più di dieci anni. Diverso è il destino dei faggi in caso di incendi di lieve o media severità, dove il processo di morte differita può durare fino a 20 anni e interessare solo una parte degli individui (MARINGER *et al.* 2016a).

Fattori secondari di mortalità

Una volta che si forma una ferita aperta, inizia per il faggio danneggiato una corsa contro il tempo. Per proteggersi dagli organismi nocivi, i tessuti legnosi esposti devono dapprima essere isolati e compartimentati. La fase di cicatrizzazione attraverso la copertura della ferita aperta con tessuto sano avviene solo in un secondo tempo (SCHWEINGRUBER 2001) e può durare fino a tre anni in funzione della vitalità dell'albero (DUJESIEFKE *et al.* 2005). Durante questo lasso di tempo esiste un rischio accresciuto di infezione da parti di organismi nocivi. Molto spesso sono funghi lignivori che colonizzano gli individui danneggiati causandone il progressivo tracollo e deperimento. Il rischio di infezione da funghi dipende anche dalle condizioni della stazione e dall'evoluzione climatica negli anni successivi l'incendio (MARINGER *et al.* 2016a).

Ci sono diverse specie fungine in grado di colonizzare i faggi danneggiati dal fuoco. È interessante notare come queste

Tab. 1. Specie fungine colonizzatrici di faggi danneggiati.

Specie fungina	Breve descrizione della biologia
Funghi che si sviluppano nelle aree bruciate	
<i>Armillaria</i> sp.	–
<i>Cerrena cf. unicolor</i>	soprattutto in boschi radi e su stazioni fresche
<i>Daldinia</i> sp.	specialista degli incendi, può rimanere quiescente per diversi decenni
<i>Formes fomentarius</i>	causa carie bianca sul faggio e su altre frondifere; colonizza l'albero ancora vivo e ne decompone lentamente il legno causando instabilità
<i>Inonotus nodulosus</i>	in faggete adulte e su stazioni tendenzialmente umide
<i>Irpex lacteus</i>	colonizza spesso aree bruciate e causa carie bianca nelle ferite da fuoco
<i>Oudemansiella micida</i>	fungo lignivoro che colonizza spesso le stazioni con elevata umidità in aree appena toccate da eventi di disturbo
<i>Schizophyllum commune</i>	tipico anche delle scottature da sole di tronchi d'albero esposti improvvisamente all'irraggiamento diretto
<i>Stereum hirsutum</i>	specie pioniera nella colonizzazione delle aree bruciate
<i>Trametes hirsuta</i>	colonizza alberi feriti ed esposti alla piena luce
<i>Digitodochium rhodoleucum</i>	finora descritto solo sul faggio giapponese (<i>Fagus japonica</i>)
<i>Nectria</i> sp.	fungo ascomicete
<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	colpisce la corteccia di alberi deperenti
<i>Biscogniauxia nummularia</i>	saprofita del faggio
Funghi che si sviluppano dopo ferite di origine meccanica	
<i>Cylindrobasidium evolvens</i>	fungo lignivoro
<i>Daedalea quercina</i>	fungo del marciume
<i>Fomitopsis pinicola</i>	fungo che colonizza alberi feriti
<i>Ganoderma applanatum</i>	fungo propagato da una mosca micofaga; causa carie bianca
<i>Hypoxyylon fragiforme</i>	fungo lignivoro
<i>Hypoxyylon cohaerens</i>	fungo lignivoro
<i>Inonotus radiatus</i>	occasionalmente su faggi deperenti
<i>Inonotus obliquus</i>	inibisce la cicatrizzazione delle ferite e porta alla decomposizione del legno nel tronco
<i>Inonotus cuticularis</i>	carie bruna
<i>Laetiporus sulphureus</i>	fungo lignivoro
<i>Meripilus giganteus</i>	carie bianca
<i>Nectria galligena</i>	colonizza faggi feriti in convivenza con <i>Cryptococcus fagisuga</i>
<i>Oxyporus populinus</i>	carie bianca
<i>Pholiota squarrosa</i>	colonizza faggi indeboliti
<i>Polyporus squamosus</i>	carie bianca
<i>Pleurotus ostreatus</i>	colonizza alberi feriti di specie frondifere

Fonte: SHIGO (1970); SCHWARZE e BAUM (2000); KRIEGLSTEINER (2000); REINARTZ e SCHLAG (2002); ZARZYŃSKI (2007); WEBSTER e WEBER (2007); CONEDERA *et al.* (2007); KAHL (2008).

specie siano differenti da quelle che attaccano tendenzialmente il faggio a seguito di una ferita meccanica e sono più simili a quelli che si manifestano in condizioni di calore o di siccità (LANGER e BUSSKAMP 2020; tab. 1). Tra le specie più comuni troviamo la *Cerrena unicolor*, l'*Irpex lacteus* e la *Daldinia* sp. (fig. 5).

Oltre alla vitalità generale dell'individuo e alla sua sensibilità agli attacchi di parassiti secondari come i funghi, anche eventuali condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli come la carenza idrica dovuta alla scarsità di precipitazioni in stazioni molto drenanti o le basse temperature (stagioni vegetative corte o gelo tardivo) possono accelerare il processo di deperimento degli alberi colpiti dal fuoco.

L'essenziale in breve

- La sopravvivenza o la rapidità di deperimento dei faggi dopo un incendio dipende dall'interazione tra l'intensità del fuoco, la vitalità e le caratteristiche morfologiche (diametro del tronco, policormia) degli alberi e il rischio di un'infezione fungina secondaria.
- In generale la probabilità di sopravvivenza è proporzionale al diametro del faggio e diminuisce con l'aumentare della intensità dell'incendio.
- L'infestazione delle ferite da parte di funghi lignivori può accelerare il processo di deperimento e il rischio di morte dei faggi colpiti dal fuoco.
- Dopo incendi ad alta severità, il deperimento è rapido e la maggior parte degli alberi danneggiati dal fuoco muore entro i primi dieci anni. Il processo di morte differita può invece durare fino a 15–20 anni nel caso di incendi a severità da media a bassa.

Resilienza al fuoco delle faggete

Nelle faggete bruciate il fuoco crea condizioni ideali per la germinazione dei semi e il successivo attecchimento della rinnovazione negli anni di pasciona (ASCOLI *et al.* 2015; MARINGER *et al.* 2020). Lo strato compatto di lettiera viene ridotto o totalmente eliminato (fig. 6) e patogeni e altre tossine potenzialmente inibitrici della crescita vengono denaturate o eliminate (MAZZOLENI *et al.* 2015). Anche il carbone generato dalla combustione può legare sostanze fenoliche inibitrici dell'attività di batteri azotofissatori o assorbire acqua che viene poi rilasciata progressivamente nel terreno a parziale sostegno dei semenzali in caso di stress idrici.



Fig. 6. Alta densità di faggiole in fase di germinazione dopo un anno di pasciona in una superficie appena percorsa dal fuoco.



Fig. 7. La necromassa post-incendio svolge un ruolo di tutore della rinnovazione del faggio migliorando le condizioni di ombra, di umidità e di approvvigionamento in sostanze nutritive.

Fondamentale per l'insediamento della rinnovazione di faggio è la presenza di piante madri sopravvissute all'incendio e in grado di produrre i semi necessari alla rinnovazione negli anni di pasciona (ASCOLI *et al.* 2015; MARINGER *et al.* 2020). Questi alberi proteggono anche i semenzali (altezze ≤ 20 cm) da un irraggiamento troppo intenso e da condizioni climatiche estreme come i geli tardivi o le eccessive escursioni termiche giornaliere.

Questa funzione di tutore della rinnovazione può essere in parte assunta anche dalla legna morta che si accumula al suolo (soprattutto rami e parti di tronco, fig. 7) o dalla rinnovazione di specie pioniere che

per prime si insediano nelle radure più grandi (fig. 8). La legna morta produce localmente ombra e garantisce una maggiore umidità per i semenzali, mentre le piante pioniere ne favoriscono la crescita creando condizioni edafiche e di umidità al suolo favorevoli e proteggendoli sia dall'irraggiamento che dalla brucatura degli ungulati.

Una volta attecchita, la rinnovazione di faggio (altezze > 20 cm) necessita per lo sviluppo in altezza di maggiori quantità di luce che, dopo un incendio, vengono garantite dal progressivo deperimento e tracollo degli alberi danneggiati dal fuoco (MARINGER *et al.* 2016b). Grazie a queste condizioni favorevoli per la crescita, la rin-

novazione del faggio sopravvive nel tempo, soprattutto a seguito di incendi di media o alta severità, diversamente da quanto avviene nei popolamenti adulti e privi di disturbo o a seguito di incendi di severità molto bassa, dove a causa della mancanza di luce la rinnovazione generalmente non sopravvive più di due anni. L'età media della rinnovazione del faggio in aree bruciate da 10-20 anni oscilla così tra i sei e gli otto anni e tende a raddoppiare nel ventennio successivo (incendi di 21-40 anni), anche se poi la distribuzione delle età della rinnovazione si fa più ampia a causa del continuo attecchimento di nuovi semenzali. Di conseguenza, negli incendi avvenuti 40 anni prima è possibile avere la convivenza di nuovi semenzali con la rinnovazione attecchita subito dopo l'incendio.

L'essenziale in breve

- Il fuoco crea condizioni favorevoli per la germinazione e l'attecchimento della rinnovazione del faggio.
- I semenzali di faggio (altezza ≤ 20 cm) sono favoriti dalla copertura rada degli individui sopravvissuti al fuoco che offre protezione dall'irraggiamento e dalle condizioni ambientali estreme e assicura un'adeguata produzione di semi in loco.
- Allo stadio di rinnovazione affermata (altezza > 20 cm) i faggi sono invece favoriti dalla crescente luce che giunge al suolo grazie alla progressiva apertura del popolamento colpito dall'incendio.
- Le specie arboree pioniere hanno un effetto favorevole sulla crescita della rinnovazione del faggio.



Fig. 8. Rinnovazione di faggio sotto la copertura di una generazione pioniera di betulle dopo un incendio di elevata severità.

Effetto sementifero delle annate di pasciona

Una tipica strategia di sopravvivenza sviluppata dalle piante negli ecosistemi condizionati dal fuoco è la creazione di una banca semi permanente in chioma o nel terreno. Da una banca semi del terreno le specie resistenti al fuoco germinano solo in seguito allo choc termico o all'azione chimica del fumo dovuti al passaggio del fuoco. Le specie con una banca semi di chioma rilasciano di regola le proprie sementi solo sotto l'effetto di uno choc termico (per esempio durante il passaggio di un incendio) in modo da far loro trovare condizioni di germinazioni ideali (KRAUS *et al.* 2019). Queste strategie di adattamento sono assenti nelle specie delle zone temperate dell'Europa centrale dove storicamente il fuoco non ha mai giocato un ruolo fortemente selettivo. Soprattutto nel caso del faggio la rinnovazione dopo gli incendi dipende in gran parte dall'apporto *in situ* di semi da piante madri sopravvissute all'incendio. A queste dinamiche di disponibilità di individui portaseme si aggiunge il fenomeno della pasciona, vale a dire la produzione variabile e sincronizzata di grandi quantità di semi che nel caso delle faggete centroeuropee e alpine sono regolate da processi meteorologici di larga scala che sincronizzano la riproduzione su aree molto vaste a intervalli di quattro fino a dieci anni (ASCOLI *et al.* 2017). Anche le faggete colpite dal fuoco seguono la ciclicità delle annate di pasciona (MARINGER *et al.* 2020). Nel caso di incendi di lieve o media severità la quantità di semi prodotti è simile a quella dei boschi non percorsi dal fuoco. In caso di incendi di severità elevata, invece, la mancanza di individui adulti può limitare la produzione, anche se la piena insolazione di cui godono i pochi esemplari sopravvissuti può stimolare una maggiore produzione di semi rispetto agli esemplari in boschi a maggiore copertura (ASCOLI *et al.* 2015; fig. 9). Più abbondante è una pasciona (le gradazioni possono andare da scarsa, a parziale, fino a molto abbondante) e più la copertura delle chiome è rada, più alta è la possibilità di attecchimento della rinnovazione. Grazie al crollo differito degli individui colpiti dal fuoco, le pascione che si succedono negli anni post-incendio possono dare origine a nuove generazioni di rinnovazione fino a 30 anni dopo l'evento. Il periodo di apertura post-disturbo del popolamento che favorisce l'affermazione di specie forestali viene solitamente definito «finestra di rin-

novazione». L'effetto della pasciona invece diminuisce fino ad annullarsi se la copertura della chioma rimane intatta o se la rinnovazione post-incendio è già abbastanza fitta da chiudere la finestra di rinnovazione e non lasciare penetrare la luce al suolo (MARINGER *et al.* 2020).

L'essenziale in breve

- Nelle faggete diradate dal passaggio del fuoco, ma con individui da seme ancora vitali, le annate di pasciona generano ondate successive di rinnovazione.
- La finestra temporale post-incendio favorevole alla rinnovazione può estendersi nel caso del faggio fino a 30 anni dopo l'evento, ma è particolarmente efficace nei primi quindici anni.
- Fino a che la finestra favorevole alla rinnovazione rimane aperta, ogni pasciona può indurre una nuova generazione di rinnovazione.



Fig. 9. Abbondante produzione di faggiole durante una pasciona a partire da una chioma debilitata dall'incendio.

Severità del fuoco e dinamica post-incendio

La severità dell'incendio rispecchia il tasso e la velocità della mortalità all'interno della faggeta colpita e i relativi effetti sulle dinamiche di rinnovazione (vedi fig. 11). Dove il fuoco colpisce con severità alta, l'elevato tasso di mortalità crea rapidamente molti vuoti nella copertura o addirittura intere radure all'interno del popolamento. Già nel corso del primo decennio si creano così le condizioni per l'attecchimento non solo dei semenzali di faggio, ma anche di specie arboree pioniere o altra vegetazione erbacea e arbustiva tipica delle situazioni di disturbo. Fra le specie arboree pioniere troviamo molto spesso la betulla (*Betula pendula*), soprattutto nelle aree alpine con precipitazioni più abbondanti, mentre nelle stazioni più xeriche e calcaree del versante sud delle Alpi occidentali prende il sopravvento il maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*). Alle quote più basse, soprattutto al Sud delle Alpi, possiamo trovare esemplari singoli o localmente anche una dominanza di specie esotiche quali la robinia (*Robinia pseudacacia*), l'ailanto (*Ailanthus altissima*) o la paulownia (*Paulownia tomentosa*; fig. 10). La vegetazione pioniera erbacea e arbustiva è invece solitamente composta da felce aquilina, ginestra o molinia, specie che in caso di grandi aperture all'interno del popolamento possono a tratti dominare la copertura del suolo e avere un effetto inibitore sulla rinnovazione del faggio.



Fig. 10. Dopo un incendio di alta severità la faggeta può essere colonizzata anche da specie neofite invasive come l'ailanto (*Ailanthus altissima*).



Fig. 11. Rappresentazione schematica della dinamica post-incendio in popolamenti di faggio in funzione della severità del fuoco. Illustrazioni: Silvana Wölfle.

A seconda della mescolanza delle specie del popolamento percorso dal fuoco, negli incendi di media e alta severità possono attecchire anche semenzali di altre specie come le querce caducifoglie (*Quercus petraea*, *Q. robur*), i frassini (*Fraxinus excelsior*, *F. ornus*), gli aceri (*Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*), il tiglio (*Tilia cordata*) e alcune conifere come il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e il larice (*Larix decidua*), mentre nelle stazioni su substrato cristallino delle quote inferiori dei versanti a sud delle Alpi, spesso si insedia anche il castagno (*Castanea sativa*) (MARINGER *et al.* 2012). La coesistenza di faggio e altre specie è abbastanza frequente nei primi anni post-incendio. Con il passare del tempo il faggio prende però il sopravvento e diventa sempre più la specie dominante.

Negli incendi a bassa severità la mortalità all'interno del popolamento è troppo bassa per innescare qualsiasi dinamica di rinnovazione.

L'essenziale in breve

- Dopo un incendio di faggeta a severità medio-alta vengono subito innescati i processi di rinnovazione attraverso la germinazione e l'attecchimento di semenzali soprattutto di faggio (faggio succede a faggio).
- In buche medio-piccole (< 0,5 ha) vi è sin dall'inizio una convivenza tra specie pioniere, faggio e altre specie arboree nobili mesofile.
- In caso di aperture importanti in incendi ad alta severità, il faggio si rinnova spesso sotto la protezione di specie arboree pioniere.
- Dopo 30 anni dall'incendio di solito il faggio è la specie dominante del nuovo popolamento. Nelle grosse aperture dovute a incendi di alta severità possono affermarsi anche tipologie boschive differenti.

Impatto sull'effetto protettivo

In assenza di disturbi le faggete garantiscono un elevato grado di protezione contro la caduta massi o le frane superficiali. I tronchi di faggio riescono a dissipare in modo estremamente efficace l'energia cinetica di massi in caduta (DORREN *et al.* 2004), mentre le buone proprietà meccaniche del fitto apparato radicale stabilizzano gli strati superficiali del terreno anche su pendii scoscesi (SCHWARZ *et al.* 2012, GEHRING *et al.* 2019). Queste funzioni possono essere alterate o addirittura annullate dagli effetti di un incendio. In questo senso,

sono decisive la severità del fuoco e le differenti dinamiche e strutture post-incendio del popolamento (composizione specifica, numero di alberi a ettaro, distribuzione dei diametri; fig. 12) che ne derivano (DORREN *et al.* 2015, GEHRING *et al.* 2019).

In caso di incendi di bassa severità la struttura del bosco in termini di numero di alberi a ettaro e distribuzione dei diametri del tronco resta del tutto simile a quella del bosco prima dell'evento e non vi sono quindi ripercussioni negative sulla funzione di protezione. L'effetto protettivo del bosco diminuisce invece in caso di incendi a severità media o alta, toccando

valori minimi dopo 15–20 anni dall'evento in funzione della dinamica del popolamento. Questa diminuzione è tendenzialmente lenta in caso di incendi di media severità (mortalità differita degli alberi colpiti) e più veloce dove il fuoco colpisce con severità alta causando una rapida mortalità (fig. 13).

La legna morta a terra contribuisce per un certo periodo, fino alla marcescenza, alla funzione protettiva contro la caduta massi. Diversamente, gli alberi morti in piedi e la legna morta a terra non hanno effetto sul rinforzo radicale del terreno. L'effetto protettivo contro le frane superfi-



Fig. 12. Densità del popolamento non compatibile con la funzione di protezione contro pericoli naturali quali caduta sassi e frane superficiali in una faggeta percorsa da un incendio di alta severità.

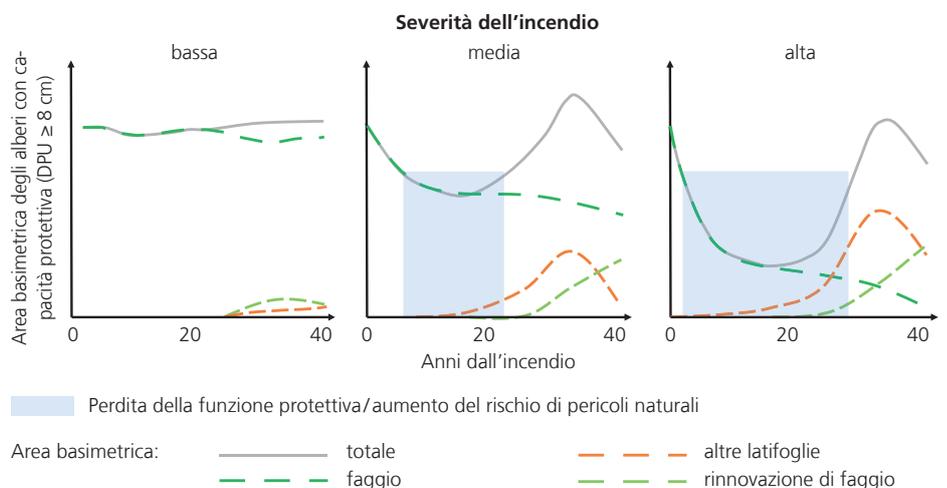


Fig. 13. Evoluzione dell'area basimetrica della componente arborea in grado di contribuire alla funzione protettiva del bosco (DPU ≥ 8 cm). La banda azzurra indica la fascia temporale con rischio di deficit di protezione da parte della foresta.

ciali dipende quindi totalmente dalla struttura (mescolanza specifica, diametri e distribuzione spaziale) e dallo stato di salute degli alberi sopravvissuti al fuoco (SCHWARZ *et al.* 2017; SCHWARZ *et al.* 2019). Malgrado il suo rapido attecchimento, infatti, la nuova generazione di alberi della rinnovazione inizia a esercitare un primo effetto protettivo dopo una ventina di anni e una volta raggiunti diametri a petto d'uomo (DPU) di almeno 8 cm.

L'essenziale in breve

- La funzione protettiva dei boschi percorsi da incendi di severità media e alta può temporaneamente diminuire in funzione della dinamica del soprassuolo (crollo del vecchio popolamento, velocità e tipo di rinnovazione post-incendio) e della situazione specifica del pericolo incombente (es. grandezza dei massi pericolanti, acclività, lunghezza della traiettoria nel bosco di protezione).
- Queste fasi critiche possono perdurare fino a 40 anni dopo l'evento, sono però più probabili nella fascia temporale tra i 5 e 30 anni post-incendio.

Misure post-incendio

Alla base di qualsiasi decisione sulle misure necessarie dopo un incendio vi sono la valutazione della severità del fuoco (vedi riquadro 1), della dinamica in atto nel popolamento (mortalità e crollo del vecchio popolamento, annate di pasciona, velocità e tipo di rinnovazione post-incendio) e delle conseguenze sulla funzione protettiva che ne risultano. A questo si aggiungono fattori locali che possono influenzare la dinamica post-incendio come la pressione degli ungulati, attacchi parassitari, colonizzazione da parte di specie arborea invasive e l'andamento meteorologico negli anni successivi all'evento.

A partire da questa analisi si definiscono le misure selvicolturali o le tecniche necessarie in funzione della vocazione prioritaria della foresta (protezione, economica, ricreativa). In questa fase è importante distinguere tra la valutazione sull'opportunità o meno di abbattere singoli alberi danneggiati per ragioni di sicurezza e l'analisi dell'idoneità dei soprassuoli nel loro insieme di adempiere alle funzioni prevalenti (protezione, produzione).

Nel bosco a funzione ricreativa e in generale nelle vicinanze delle vie di transito, l'effetto del fuoco deve essere valutato sin dal primo anno a livello di ogni singolo

albero danneggiato. Individui che accusano perdite fogliari superiori al 70% o che hanno ferite aperte che superano il metro a partire dalla base del fusto sviluppano una forte probabilità di essere colonizzate da funghi, di subire crolli delle branche principali o di morire negli anni immediatamente successivi (CONEDERA *et al.* 2010) e devono quindi essere abbattuti tempestivamente prima di subire attacchi secondari da funghi lignivori. Nel caso della comparsa di corpi fruttiferi fungini, il rischio di indebolimento statico e di morte degli alberi è tale da consigliare l'abbattimento immediato per ragioni di sicurezza, indipendentemente dall'ampiezza delle ferite al tronco. Le attività di monitoraggio dell'area bruciata superficie devono tenere conto anche dei progressivi crolli all'interno del soprassuolo e della conseguente riduzione della stabilità degli individui ancora in piedi e del loro accresciuto rischio di essere vittime di disturbi secondari come i crolli da vento.

Nei boschi di produzione va data priorità agli aspetti economici, valutando tempestivamente sia la necessità di raccogliere il legname colpito dal fuoco prima che questo subisca un deprezzamento a causa del disseccamento o degli attacchi fungini, sia l'esigenza di procedere a eventuali interventi selvicolturali per orientare il futuro del popolamento (scelta delle specie, piantagioni ecc.). Questa analisi deve avvenire sul posto già a partire dal primo anno post-incendio tenendo conto che la qualità tecnologica del legno diminuisce rapidamente e i costi di utilizzazione e i rischi per gli operatori aumentano a causa della difficoltà nell'eseguire abbattimenti direzionati.

Molto più importanti e imperative sono invece le decisioni in caso di boschi di protezione, dove l'obiettivo è la conservazione e la ricostituzione di popolamenti ricchi di strutture. Negli incendi a bassa severità i pochi vuoti che possono crearsi nel popolamento vengono di regola immediatamente chiusi dall'accrescimento laterale delle chiome rimanenti. Una possibile misura selvicolturale consiste in questi casi nel praticare delle aperture con l'obiettivo di favorire l'eventuale rinnovazione esistente e di prevenire un eccessivo invecchiamento del popolamento. Misure specifiche post-incendio per la prevenzione di frane superficiali o della caduta di massi non sono di solito necessarie.

La dinamica post-incendio nelle aree colpite da un fuoco di media severità è per

certi versi simile a quella dopo un taglio successivo a buche. Nonostante i crolli del vecchio soprassuolo siano differiti nel tempo e lo sviluppo della rinnovazione porti a una ricostituzione della copertura, carenze nella funzione protettiva possono intervenire tra i cinque e i trent'anni dopo l'evento (GEHRING *et al.* 2019). Un'attenta e regolare valutazione della dinamica post-incendio del soprassuolo può dare utili indicazioni sulle eventuali misure necessarie, come per esempio l'abbattimento di alberi morenti e il posizionamento trasversale dei tronchi al fine di aumentare l'effetto protettivo. Una misura da eseguire durante il riposo vegetativo in modo da arrecare meno danno possibile al suolo e alla rinnovazione già attecchita.

Agli incendi di alta severità deve essere riservata un'attenzione particolare. A causa della consistente e rapida mortalità post-incendio del popolamento, la conservazione di alberi da seme sopravvissuti al fuoco e in grado di garantire una rinnovazione naturale risulta un elemento imprescindibile. Le specie arboree pioniere possono essere rilasciate data la loro funzione tutoria verso la rinnovazione di faggio, mentre la vegetazione erbacea infestante ha tendenzialmente un effetto inibitore sulla rinnovazione e va quindi controllata nel limite del possibile.

La legna morta a terra può essere lasciata a parziale protezione della rinnovazione e della caduta massi, previa indicazioni contrarie per ragioni di sicurezza (scivolamento verso valle dei tronchi, ostruzione del passaggio in caso di colate, elevato pericolo di incendi su superfici estese).

La dinamica del popolamento e la situazione del legname a terra deve comunque essere costantemente monitorata in funzione di un eventuale pericolo di caduta sassi. In caso di una protezione insufficiente bisogna tempestivamente ricorrere a soluzioni tecniche quali le reti paramassi. Nelle aree esposte al pericolo di frane superficiali è da prevedere la costruzione di bacini di ritenzione nelle zone di deiezione delle potenziali colate di fango che si possono generare.

Dove le ragioni di sicurezza o la convenienza economica suggeriscono un intervento selvicolturale è utile tener conto delle annate di pasciona e cercare poi un compromesso tra il rilascio di alberi del vecchio soprassuolo e di legna morta in piedi e a terra da una parte e il prelievo di legname dell'altra. La presenza di alberi da

seme all'interno dell'area bruciata, anche deperienti, è infatti la miglior garanzia per una rinnovazione naturale adatta alla stazione e a costi contenuti.

L'essenziale in breve

- Le faggete bruciate sono sistemi resilienti che, grazie alla rinnovazione naturale, evolvono di nuovo verso la faggeta nel giro di alcuni decenni.
- La dinamica naturale post-incendio può essere sostenuta e accelerata attraverso interventi selvicolturali mirati che tengano conto della severità del fuoco, delle annate di pasiona e delle funzioni prevalenti del bosco.
- Dove sono minacciate infrastrutture o vie di comunicazione è necessario abbattere tempestivamente gli alberi danneggiati dal fuoco.
- Dove la funzione di protezione del popolamento non può più essere garantita in modo continuo attraverso interventi selvicolturali bisogna forzatamente ricorrere a soluzioni tecniche.

Bibliografia

- ALLGAIER LEUCH, B.; STREIT, K.; BRANG, P., 2017: Sylviculture proche de la nature sous le signe des changements climatiques. Not. prat. 59: 12 S.
- ASCOLI, D.; CASTAGNERI, D.; VALSECCHI, C.; CONEDERA, M.; BOVIO, G., 2013: Post-fire restoration of beech stands in the Southern Alps by natural regeneration. Ecol. Eng. 54: 210–217.
- ASCOLI, D.; VACCHIANO, G.; MARINGER, J.; BOVIO, G.; CONEDERA, M., 2015: The synchronicity of masting and intermediate severity fire effects favors beech recruitment. For. Ecol. Manage. 353: 126–135.
- ASCOLI, D.; VACCHIANO, G.; TURCO, M.; CONEDERA, M.; DROBYSHEV, I.; MARINGER, J.; MOTTA, R.; HACKET-PAIN, A., 2017: Inter-annual and decadal changes in teleconnections drive continental-scale synchronization of tree reproduction. Nat. Commun. 8: 220 S.
- BEBI, P.; PUTALLAZ, J.-M.; FRANKHAUSER, M.; SCHMID, U.; SCHWITTER, R.; GERBER, W., 2015: Schutzfunktion in Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 166: 168–176.
- CONEDERA, M.; LUCINI, L.; HOLDENRIEDER, O., 2007: Pilze als Pioniere nach Feuer. Wald Holz 11: 45–48.
- CONEDERA, M.; LUCINI, L.; VALESE, E.; ASCOLI, D.; PEZZATTI, G.B., 2010: Fire resistance and vegetative recruitment ability of different deciduous trees species after low- to moderate-intensity surface fires in southern Switzerland. D.X. VIEGAS (Ed.), 12 pp.
- DORREN, L.; BERGER, F.; IMESON, A.C.; MAUER, B.; REY, F., 2004: Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. For. Ecol. Manage. 195: 165–176.
- DORREN, L.; BERGER, F.; FREHNER, M.; HUBER, M.; KÜHNE, K.; MÉTRAL, R.; SANDRI, A.; SCHWITTER, R.; THORMANN, J.-J. WASSER, B., 2015: Die neue NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag. Schweiz. Z. Forstwes. 166: 16–23.
- DUJESIEFKE, D.; SHORTLE, W.; MINOCHA, R., 2005: Response of beech and oaks to wounds made at different times of the year. Eur. J. For. Res. 124: 113–117.
- GEHRING, E.; CONEDERA, M.; MARINGER, J.; GIADROSSICH, F.; GUASTINI, E.; SCHWARZ, M., 2019: Shallow landslide disposition in burnt European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. Sci. Rep. 9: 8638.
- GUTSELL, S.L.; JOHNSON, E. A., 1996: How fire scars are formed: coupling a disturbance process to its ecological effect. Can. J. For. Res. 26: 166–174.
- HENNING, B., 2019: Waldbrand – Prävention, Bekämpfung, Wiederbewaldung. Bern, Haupt. S 216.
- HOUSTON, D.T.; DE RIGO, D.; CAUDULLO, G., 2016: *Fagus sylvatica* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: SANMIGUEL-AYANZ, J.; DE RIGO, D.; CAUDULLO, G.; HOUSTON DURRANT, T.; MAURI, A. (Eds.), European atlas of forest tree species Luxembourg: European Union. 94–95.
- KAHL, T., 2008: Kohlenstofftransport aus dem Totholz in den Boden. Ph.D. thesis, Freiburg i. Br.
- KRAUS, D.; WOHLGEMUTH, T.; CONEDERA, M., 2019: Abiotische Störungen. Störungen durch Feuer in Waldökosystemen: Prozesse und Managementstrategien. In: WOHLGEMUTH, T.; JENTSCH, A.; SEIDL R. (Eds.), Störungsökologie. Bern, Haupt. 5018: 129–155
- KRIEGLSTEINER, G.J. (Ed.), 2000: Die Großpilze Baden-Württembergs. Stuttgart, Erwin Ulmer Verlag.
- LANGER, G.J.; BUSSKAMP, 2020: Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Trockenheit und Wärme. AFZ/Wald 4: 24–27.
- MARINGER, J.; WOHLGEMUTH, T.; NEFF, C.; PEZZATTI, G. B.; CONEDERA, M., 2012: Post-fire spread of alien plant species in a mixed broad-leaved forest of the Insubric region. Flora 207: 19–29.
- MARINGER, J.; ASCOLI, D.; KÜFFER, N.; SCHMIDTLEIN, S.; CONEDERA, M., 2016a: What drives European beech (*Fagus sylvatica* L.) mortality after forest fires of varying severity? For. Ecol. Manage. 368: 81–93.
- MARINGER, J.; CONEDERA, M.; ASCOLI, D.; SCHMATZ, D. R.; WOHLGEMUTH, T., 2016b: Resilience of European beech forests (*Fagus sylvatica* L.) after fire in a global change context. Int. J. Wildland Fire 25: 699–710.
- MARINGER, J.; ASCOLI, D.; DORREN, L.; BEBI, P.; CONEDERA, M., 2016c: Temporal trends in the protective capacity of burnt beech forests (*Fagus sylvatica* L.) against rockfall. Eur. J. For. Res. 135: 657–673.
- MARINGER, J.; WOHLGEMUTH, T.; HACKET-PAIN, A.; ASCOLI, D.; BERRETTI, R.; CONEDERA, M., 2020: Drivers of persistent post-fire recruitment in European beech forests. Sci Total Environ 699: 134006.
- MAZZOLENI, S.; BONANOMI, G.; INCERTI, G.; CHIUSANO, M. L.; TERMOLINO, P.; MINGO, A.; SENATORE, M.; GIANNINO, F.; CARTENI, F.; RIETKERK, M.; LANZOTTI, V., 2015: Inhibitory and toxic effects of extracellular self-DNA in litter: a mechanism for negative plant-soil feedbacks? New Phytol. 205: 1195–1210.
- PERZL, F., 2009: Die Buche – eine Baumart des Objektschutzwaldes. BFW – Praxisinformation 12: 29–31.
- PEZZATTI, G.-B.; REINHARD, M.; CONEDERA, M., 2010: Swissfire: Die neue schweizerische Waldbranddatenbank. Schweiz. Z. Forstwes. 161: 465–469.
- PEZZATTI, G.B.; DE ANGELIS, A.; CONEDERA, M., 2016: Potenziale Entwicklung der Waldbrandgefahr im Klimawandel. In: PLUESS, A.R.; AUGUSTIN, S.; BRANG, P. (Red.), Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptionsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 223–245.
- REINARTZ, H.; SCHLAG, M., 2002: Baumschädigende Pilze: Wirkungs- und Ausbreitungsweise baumschädigender Pilze zur Einschätzung der Höhe von Wertminderungen im Rahmen der Gehölzwertermittlung. Köln: Deutsche Akademie für Sachverständige.
- SCHÄR, C.; VIDALE, P.L.; LÜTHI, D.; FREI, C.; HÄBERLI, C. LINIGER, M.A.; APPENZELLER, C., 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. Letter to Nature 427: 332–336.
- SCHWARZ M.; THORMANN, J.J.; ZÜRCHER K.; FELLER, K., 2012: Quantifying root reinforcement in protection forests: Implications for slope stability and forest management. Interpraevent: 2012.
- SCHWARZ, M.; COHEN, D.; LOUIS, K., 2017: Beurteilung der Wirkung biologischer Objektschutz Massnahmen: Anwendungsbeispiel des Modells SOSlope. FAN Agenda 2: 9–12.
- SCHWARZ, M.; DORREN, L.; KÜHNE, K., 2019: Wirkung des Waldes gegen flachgründige Rutschungen und Risikoreduktion auf Bahnanlagen und Bahnbetrieb der SBB AG: Anwendung des Konzepts PROTECT Bio anhand von drei Fallbeispielen in den Kantonen TI und LU. Zollikofen: Hochschule Agrar- Forst- Lebensmittelwissenschaften, Projektbericht.
- SCHWARZE, F.; BAUM, S., 2000: Mechanisms of reaction zone penetration by decay

fungi in wood of beech (*Fagus sylvatica*).
New Phytol. 146: 129–140.

SCHWEINGRUBER, F.H., 2001: Dendroökologische Holz Anatomie. Anatomische Grundlagen der Dendrochronologie. Bern, Haupt. 472 S.

SHIGO, A., 1970: Growth of *Polyporus glomeratus*, *Poria obliqua*, *Fomes ignarius*, and *Pholiota squarrosaadiposa* in media amended with manganese, calcium, zinc, and iron. Mycologia 62: 604–607.

VACCHIANO, G.; BERRETTI, R.; MONDINO, E.B.; MELONI, F.; MOTTA, R., 2016: Assessing the Effect of Disturbances on the Functionality of Direct Protection Forests. Mt. Res. Dev. 36: 41–55.

WAGNER, S.; COLLET, C.; MADSEN, P.; NAKASHIZUKE, T.; NYLAND, R.; SAGHEB-TALEBI, K., 2010: Beech regeneration research: from ecological to silvicultural aspects. For. Ecol. Manage. 259: 2172–2182.

WEBSTER, J.; WEBER, R., 2007: Introduction to fungi. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 3rd ed.

WSL, 2019: Schweizerisches Landesforstinventar LFI. Spezialauswertung der Erhe-

bung 2009–13 vom 12.09.2019. Fabrizio Cioldi. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL.

ZARZYŃSKI, P., 2007: The range of trophic preferences of oak mazedgill (*Daedalea quercina* L.: Fr.) isolate examined in Vitro. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar 6: 112–118.

Ulteriori informazioni

Cortometraggio sull'ecologia del fuoco del faggio:
www.wsl.ch/video-ecologia-fuoco-faggio

Ringraziamenti

Questa pubblicazione è stata realizzata con il sostegno e su mandato dell'Ufficio federale dell'ambiente.

Foto

Davide Ascoli (fig. 1, 4, 6, 8, 9), Ottmar Holdenrieder (fig. 5), Marco Conedera (fig. 7, 10), Janet Maringer (fig. 12)

Indirizzi degli autori

Marco Conedera, Janet Maringer
und Eric Gehring
Istituto federale di ricerca WSL
Campus di Ricerca, a Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo

Thomas Wohlgemuth
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

Davide Ascoli,
Università degli Studi di Torino (I)

Massimiliano Schwarz,
Bernier Fachhochschule, Zollikofen (CH)

Citazione

MARINGER, J.; ASCOLI, D.; GEHRING, E.; WOHLGEMUTH, T.; SCHWARZ, M.; CONEDERA, M., 2020: Ecologia del fuoco delle faggete in ambiente montano. Servizi ecosistemici e misure selvicolturali post-incendio. Not. prat. 65.12 p.

Notizie per la pratica ISSN 1422-2914

Concetto

La collana raccoglie conoscenze e proposte operative, indirizzandosi sia ai professionisti del settore forestale, della protezione della natura, dei pericoli naturali, sia ai pianificatori del territorio, alle autorità, alle scuole e al grande pubblico in generale.

Le versioni in tedesco sono pubblicate nella collana

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.

Le versioni in lingua francese sono pubblicate nella collana

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554.

Le pubblicazioni attuali della collana (perlopiù in tedesco e francese)

N° 64: Connaître, conserver et promouvoir les arbres-habitats. R. Bütler *et al.* 2019. 12 p.

N° 63: Les fourmis des bois – biologie et répartition en Suisse. B. WERMELINGER 2019. 12 p.

N° 62: Le pourcentage d'abrouissement – valeur de référence pour la gestion du gibier. O. Odermatt 2018. 8 p.

N° 61: Cycles et importance de la tordeuse du mélèze. B. Wermelinger *et al.* 2018. 12 p.

N° 60: Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. M. Walser *et al.* 2018. 12 p.

N° 59: La forêt suisse face aux changements climatiques: quelles évolutions attendre? B. ALLGAIER LEUCH *et al.* 2017. 12 p.

N° 58: Chalcographe et micrographie. B. FORSTER 2017. 8 p.

N° 57: Il deperimento del frassino. Biologia, sintomi e raccomandazioni per la gestione. D. RIGLING *et al.* 2018. 8 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Istituto federale di ricerca WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/merkblatt

Layout: Jacqueline Annen, WSL

Impression: Rüegg Media AG



climaticamente neutrale

powered by ClimatePartner®

Stampa | ID 11726-1503-1001



Misto

Gruppo di prodotti provenienti da foreste
gestite in modo corretto e da altre origini
controllate
www.fsc.org Cert no. SCS-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council