

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 156 (2005)

Heft: 9

Artikel: Ecologia degli incendi nella Svizzera sudalpina : effetti su suolo, vegetazione e fauna

Autor: Moretti, Marco / Conedera, Marco

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098065>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ecologia degli incendi nella Svizzera sudalpina: effetti su suolo, vegetazione e fauna

MARCO MORETTI e MARCO CONEDERA

Keywords: Forest fires; fire ecology; biodiversity; fire-adapted species; runoff; erosion; Southern Switzerland.
FDK 181.4 : 43 : UDK 573.4*1 : (494)

Introduzione

Il Sud delle Alpi è la regione della Svizzera più colpita dagli incendi boschivi. Pur rappresentando solo il 9% della superficie a livello nazionale, nell'ultimo cinquantennio questo territorio ha subito oltre la metà degli eventi, con l'interessamento di circa il 90% dell'area bruciata in Svizzera (MARXER 2003). In generale gli incendi sono di bassa-media intensità, si propagano velocemente in superficie e avvengono soprattutto durante i frequenti periodi siccitosi di fine inverno – inizio primavera, prima dell'inizio della stagione vegetativa (figura 1). Questa tipologia di incendio si distingue nettamente da quella delle regioni mediterranee, dove gli eventi sono prevalentemente estivi e di media-alta intensità (CONEDERA *et al.* 1996).

Il fenomeno degli incendi boschivi non colpisce tutto il territorio sudalpino in maniera omogenea. Come dimostrano le informazioni contenute nella banca dati incendi del Sud delle Alpi, anche negli ultimi 35 anni vi sono aree percorse più frequentemente di altre dagli incendi di bosco (figura 2, CONEDERA & PEZZATTI 2005). Gli ecosistemi boschivi sono così sottoposti a differenti regimi di incendio (stagionalità, frequenza, intensità e tempo trascorso dall'ultimo evento), ciò che implica anche una differenziazione dell'impatto ecologico che il singolo evento ha sull'ecosistema.

Il presente contributo propone una sintesi delle principali conoscenze fin qui acquisite sull'ecologia degli incendi boschivi nella Svizzera sudalpina.

Effetti del fuoco sul suolo

Raccolta dei dati

I dati relativi all'effetto del fuoco sul suolo sono stati raccolti nel quadro del dottorato di Peter Marxer tra il 1997 e il 2000 (MARXER 2003) in diverse superfici percorse dal fuoco in passato, come pure in occasione di un incendio sperimentale realizzato nel 1998 in un castagneto da frutto abbandonato nel Comune di San Antonino (Ticino). In questa occasione, è stato studiato in modo particolare l'effetto dell'intensità del fuoco sul deflusso superficiale e sull'erosione. La maggiore intensità del fronte di fiamma è stata creata raddoppiando la quantità di stame (foglie secche di castagno ed erbe secche) rispetto a quella esistente su metà della superficie. Le temperature sono state misurate durante il passaggio del fuoco mediante 32 termocoppie sistemate a diverse profondità nel terreno (+10 cm, -2,5 cm, -5 cm), mentre i tempi di permanenza del calore al suolo sono stati monitorati mediante una telecamera all'infrarosso da un elicottero in volo stazionario durante l'intera durata dell'incendio. In tutte le superfici, i dati relativi al deflusso superficiale e all'erosione sono stati raccolti a partire da una superficie di riferimento di 30 mq (figura 3) durante i 24 mesi successivi all'evento.



Figura 1: Fuoco di superficie di bassa-media intensità tipico dalla fascia castanile del versante sud delle Alpi.

Foto: WSL Bellinzona.

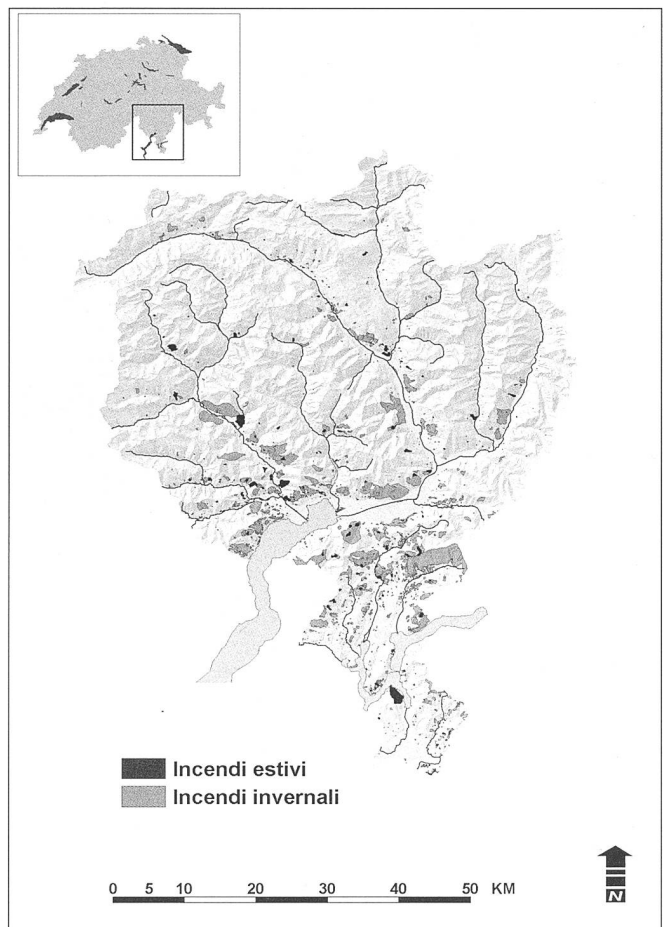


Figura 2: Distribuzione degli incendi estivi e invernali nel Cantone Ticino e Mesolcina (periodo 1969–2003).

Elaborazione GIS: D. Torriani.

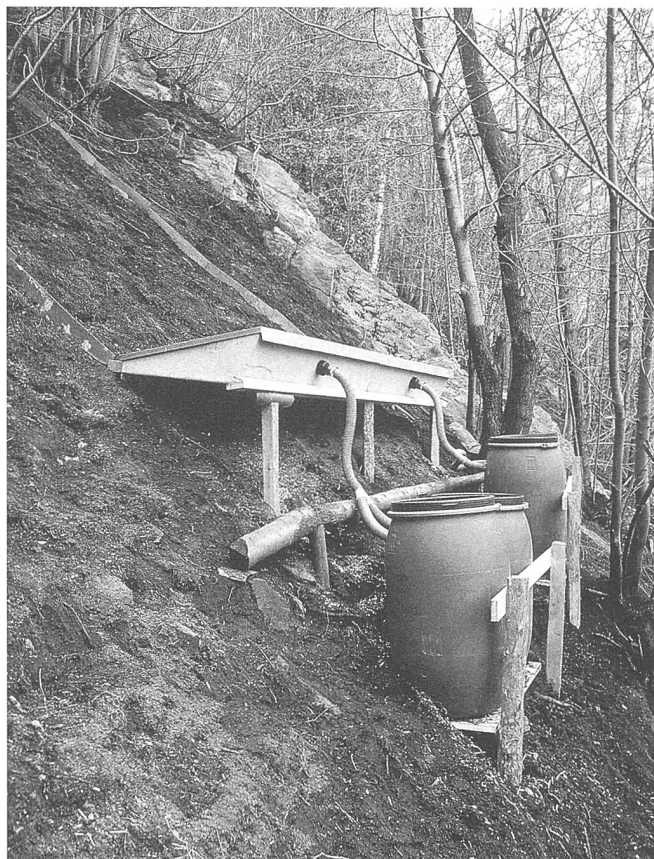


Figura 3: Cassone e bidoni di raccolta del deflusso superficiale e dell'erosione nello studio dell'effetto del fuoco sul suolo.

Foto: Peter Marxer, WSL Bellinzona.

Temperature

L'incendio sperimentale di S. Antonino ha permesso di dimostrare che, durante il passaggio di un fuoco di superficie, le temperature all'interno del combustibile e al suolo raggiungono i 600–700 °C, letali per qualsiasi organismo vivente. Per contro, già a –2,5 cm di profondità, i valori non superano di regola i 45 °C, risultando quindi innocue sia per l'apparato radicale delle piante che per la banca semi e le larve presenti nel suolo (MARXER 2003). Questi dati sono di fondamentale importanza per capire e interpretare correttamente l'effetto del fuoco sulle componenti biotiche dell'ecosistema, flora e fauna in particolare.

Deflusso superficiale ed erosione

Una delle conseguenze più evidenti del passaggio del fuoco è l'eliminazione della biomassa in superficie (foglie secche e legna morta), la messa a nudo del suolo e la formazione di uno strato più o meno consistente di cenere in superficie. Dopo il passaggio del fuoco, la superficie del suolo assume temporaneamente caratteristiche di idrorepellenza (dovuti probabilmente all'azione combinata dello strato di cenere che sigilla fisicamente i pori del suolo e del maggiore disseccamento superficiale del suolo, LETEY 2001). Aumenta così il deflusso superficiale e l'azione erosiva dell'acqua, specialmente nel corso del primo anno postincendio (figura 4a). Questo effetto è tanto maggiore quanto più intenso è il fuoco (figura 4b). Ciò provoca un generale dilavamento delle sostanze nutritive (sali minerali) presenti nel suolo e nelle ceneri di combustione, sia in forma solida che sciolte nell'acqua di deflusso.

In superfici percorse regolarmente dal fuoco, o durante l'anno successivo all'evento, questo fenomeno sembra comunque più attenuato (figura 4a), grazie anche alla più rapida o

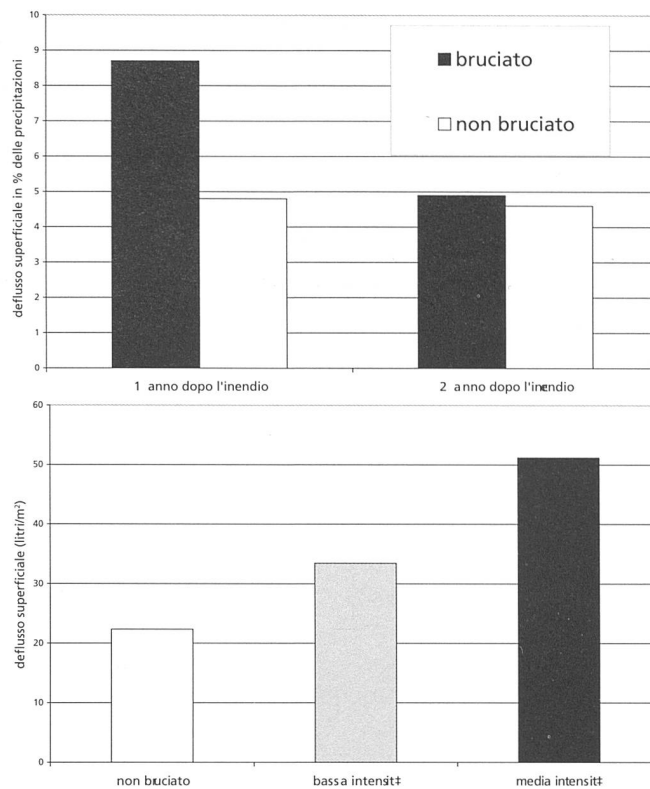


Figura 4a, b: Deflusso superficiale medio delle acque meteoriche: a) variazione dei valori uno e due anni dopo l'incendio; b) variazione in funzione dell'intensità del fuoco (MARXER 2003).

avvenuta ricolonizzazione della superficie bruciata da parte della vegetazione adattata al fuoco (principalmente *Pteridium aquilinum* e *Molinia spp.*) in grado di proteggere il suolo e facilitare un certo assorbimento dell'acqua piovana.

In caso di incendi di piccole dimensioni questi effetti non hanno comunque conseguenze pratiche, mentre possono avere conseguenze rilevanti in occasione di eventi che interessano interi bacini imbriferi (CONEDERA *et al.* 2003).

Attività microbiologica

Un ulteriore effetto del passaggio del fuoco è rappresentato da un aumento significativo dell'attività dei microrganismi del suolo. Anche questa reazione, come il deflusso maggiorato delle acque meteoriche e l'erosione, è temporaneo (durata di qualche mese fino a un anno) e proporzionale all'intensità degli incendi (WÜTHRICH *et al.* 2002).

Effetti del fuoco sulla vegetazione

Raccolta dei dati

L'effetto del fuoco sulla vegetazione dei principali ecosistemi boschivi del Sud delle Alpi è stato studiato da diversi autori nel corso degli anni (ZUBER 1979; DELARZE *et al.* 1992; HOFFMANN *et al.* 1998; MORETTI *et al.* 2002) con l'approccio «space for time substitution» che consiste nel simulare il passaggio del tempo dall'ultimo incendio, considerando una serie di aree bruciate in epoche diverse, ma simili tra loro per quanto riguarda gli altri parametri stagionali. Grazie a rilievi fitosociologici eseguiti secondo il protocollo classico di BRAUN-BLANQUET (1964), i dati raccolti hanno potuto essere analizzati a differenti livelli: caratteristiche fitocenotiche, valori di indicazione ecologica, ricchezza e abbondanza specifica, effetti delle differenti strategie di sopravvivenza delle specie ecc.

Ricchezza specifica

Da un punto di vista della ricchezza specifica, un solo incendio non sembra avere effetti importanti sulla vegetazione, in nessuno degli stadi della successione post-incendio (figura 5). Nel caso di incendi ripetuti, per contro, il numero di specie aumenta rapidamente 1–3 anni dopo l'ultimo evento, per poi diminuire nel periodo successivo addirittura al di sotto dei valori registrati nei boschi di riferimento risparmiati dal fuoco per 35 anni e oltre (DELARZE *et al.* 1992; HOFMANN *et al.* 1998). Si tratta di un aumento temporaneo dovuto alla presenza di specie eliofile e opportuniste, che approfittano dell'apertura del bosco da parte del fuoco e delle conseguenti mutate condizioni di luce e di calore. Superfici percorse da più incendi sembrano quindi offrire un'opportunità a specie tipiche di ambienti aperti e di margine di bosco per insediarsi. Tuttavia, a lungo termine, solo le poche specie adattate al fuoco sopravvivono (classicamente *Pteridium aquilinum* e *Molinia spp.*), con una perdita di ricchezza specifica che perdura per molti anni dopo il passaggio dell'ultimo incendio.

Effetto selettivo del fuoco sulle singole specie e sulla cenosi

Alcune specie arboree esercitano una difesa attiva contro il fuoco, sopravvivendo al passaggio del fronte di fiamma grazie all'effetto isolante della parte più esterna della corteccia: il sughero. Grazie a questo tessuto, le specie con una corteccia spessa (per esempio la quercia, il larice o i vecchi castagni) proteggono le parti generative e vitali del tronco (il cambio) dalle temperature letali sviluppate dal fuoco. Specie con corteccia fine e liscia (per esempio il faggio, i giovani castagni e gli arbusti in generale) subiscono invece lesioni letali, che, secondo le dimensioni della pianta, possono causare anche la morte diretta di tutta la parte aerea dell'albero.

Esistono anche meccanismi di difesa passiva, che consistono nella capacità di alcuni vegetali di rigenerarsi dopo aver subito una distruzione parziale o totale delle parti aeree. Possono essere distinti due principali meccanismi rigenerativi: la riproduzione vegetativa a partire dalla ceppaia o dalle radici sotterranee rimaste intatte e la riproduzione da seme. Appartengono alla prima categoria le specie in grado di ricacciare dal ceppo o dalle radici come per esempio il castagno, le querce,

gli arbusti in generale e alcune specie erbacee quali la felce aquilina, che possiedono una fitta rete di rizomi sotterranei. Sfruttano invece la possibilità di germinare da seme soprattutto le specie a semi leggeri portati dal vento e in grado di colonizzare l'area bruciata dopo il passaggio del fuoco (p. es. betulle). Anche le castagne, le ghiande di quercia e gli altri semi rimasti intatti sotto la superficie del terreno possono naturalmente germinare in un'area bruciata.

Gli incendi selezionano quindi la vegetazione, eliminando le specie prive di adeguate difese (attive o passive) e favorendo invece le specie in grado di resistere e adattarsi alle nuove condizioni (tabella 1). L'effetto selettivo del fuoco aumenta in funzione della frequenza e dell'intensità degli incendi. E' per questo che, in caso di regimi di incendio molto intensi, il numero di specie in grado di sopravvivere si restringe.

Effetti del fuoco sulla fauna

Raccolta dei dati

Le conoscenze relative all'effetto del fuoco sulla fauna dei castagneti del Sud delle Alpi concernono principalmente gli invertebrati, quale importante componente degli ecosistemi sia dal profilo della biodiversità che della funzionalità ecologica (p.es. catena alimentare). Nell'ambito del lavoro di dottorato di Marco Moretti (MORETTI 2003) sono state esaminate 26 superfici con diverso regime di incendio negli ultimi 30 anni: una diversa frequenza (0, 1, 3–4 incendi) e un differente lasso di tempo trascorso dall'ultimo evento (< 1, 1–3, 6–14, 17–24 anni). Gli effetti diretti del fuoco sugli invertebrati sono stati inoltre approfonditi da HERZOG (1998) durante l'incendio sperimentale del 1998 (si veda capitolo «Effetti sul suolo»).

Le catture sono state effettuate con trappole a caduta (Ø 13 cm) e trappole combi (trappole a finestra montate su recipienti gialli contenenti acqua e detergente). E' stata analizzata la ricchezza specifica e i tempi di recupero delle comunità (resilienza) prima e dopo il passaggio del fuoco, mentre analisi multivariate hanno permesso di mettere in evidenza l'importanza del fuoco e di altri fattori ambientali sulle comunità faunistiche. Per i dettagli sulla metodologia di raccolta e analisi, si veda in MORETTI (2003).

Tabella 1: Strategie di sopravvivenza di alcune specie scelte in funzione della loro resistenza al passaggio del fuoco (HOFMANN *et al.* 1998).

Forma biologiche: G = geofite; F = fanerofite decidue; S = fanerofite sempreverdi; N = nanofanerofite decidue.

Vettori di disseminazione: M = mammiferi; U = uomo; O = uccelli; V = vento).

	Specie	forma biologica (LANDOLT 1977)	capacità pollonifera (5 = molto buona; 1 = scarsa)	capacità di colonizzazione (5 = pionier; 1 = climax)	vettore di disseminazione (OBERDORFER 1983)
Specie favorite	<i>Pteridium aquilinum</i>	G	5	4	V
	<i>Betula pendula</i>	F	3	5	V
	<i>Robinia pseudoaccia</i>	F	5	4	U/V
	<i>Populus tremula</i>	F	5	5	V
	<i>Salix caprea</i>	F	5	5	V
Specie sfavorite	<i>Corylus avellana</i>	N	5	4	M/O
	<i>Fraxinus excelsior</i>	F	2–3	4	V
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	F	4	4	V
	<i>Tilia cordata</i>	F	2–3	2	V
	<i>Hedera helix</i>	S	1	2	O
	<i>Ilex aquifolium</i>	S	2–3	2	O

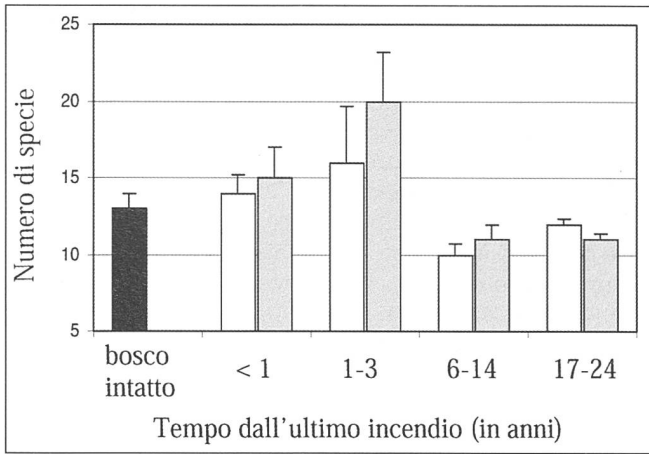


Figura 5: Effetto del fuoco sul numero di specie di piante.
Nero = bosco intatto; bianco = 1 incendio; grigio = incendi ripetuti.

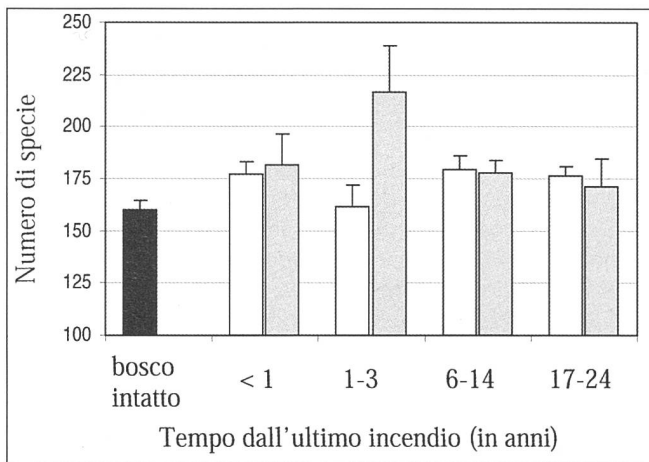


Figura 6: Effetto del fuoco sul numero di specie di invertebrati.
Nero = bosco intatto; bianco = 1 incendio; grigio = incendi ripetuti.

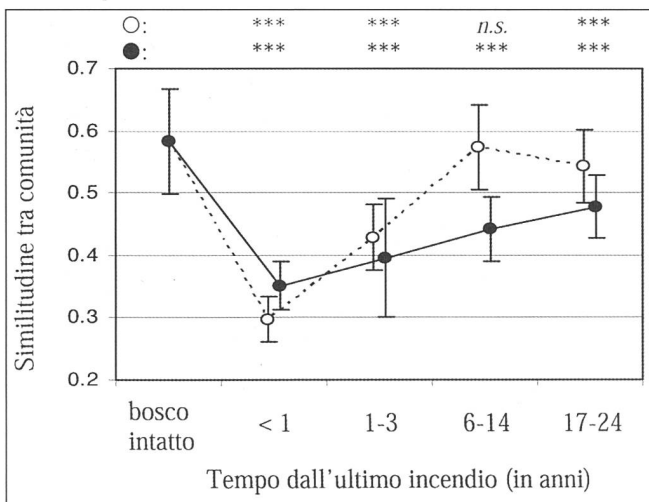


Figura 7: Evoluzione della similitudine tra comunità di invertebrati in superfici percorse da un solo incendio (○) e da più incendi (●) nei castagneti della Svizzera sudalpina prima dell'incendio (bosco intatto) e durante le varie fasi di successione post-incendio.

La significatività si riferisce alle differenze tra le comunità dopo l'incendio e il bosco intatto.

Ricchezza specifica e resilienza

Similmente a quanto riscontrato per la flora, dopo un solo incendio, anche il numero di specie d'invertebrati resta invariato e anche il tempo di recupero delle comunità è relativamente breve (6-14 anni; figura 6). Nel caso invece di aree percorse da più incendi, il numero di specie aumenta sin dal primo anno e resta alto fino agli ultimi stadi della successione (17-24

anni dopo l'incendio), mentre i tempi di recupero raggiungono 17-24 anni e più (figura 7; MORETTI et al. 2004; MORETTI et al. in prep.).

Effetto selettivo del fuoco sulle singole specie e sulla cenosi

Il fuoco ha un impatto diretto soprattutto sulla fauna svernante nella lettiera e nel legno morto a terra. Gli animali più in profondità sono toccati dal passaggio dell'incendio in misura minore, grazie all'importante effetto isolante del suolo (MORETTI et al. 2002). Le conseguenze del fuoco più importanti sono, per contro, quelle indirette indotte dalla modifica della struttura del bosco e della successiva evoluzione post-incendio: l'habitat passa in modo repentino da una situazione «chiusa» a una «aperta», per ridiventare progressivamente chiusa e ricca di strutture con continue modifiche a livello microclimatico e ambientale (successione).

Le specie maggiormente favorite dal fuoco sono quelle tipiche dei boschi aperti e luminosi. Si tratta principalmente di impollinatori e di predatori che trovano nelle superfici bruciate nuove risorse alimentari o ambienti di riproduzione (GIACALONE & MORETTI 2001; AMIET & MORETTI 2002; MORETTI et al. 2002); vedi anche risultati preliminari sulla superficie bruciata di Leuk presentati in questa stessa pubblicazione (WOHLGEMUTH et al. in questo numero). Sono poche, per contro, le specie che subiscono un effetto negativo del fuoco a lungo termine: si tratta principalmente della fauna meno mobile dei decompositori della lettiera e del legno (PRESCHER et al. 2002; MORETTI & BARBALAT 2004). Potrebbero essere soprattutto i rappresentanti di questi gruppi, oggi in parte rari e minacciati, ad avere subito in passato una forte selezione da parte del fuoco.

Le specie pirofile

Le specie pirofile sono per definizione specie che hanno spinto all'estremo l'adattamento al fuoco (pyros = fuoco, philos = amante di). Lo choc termico causato dalle fiamme e le condizioni ambientali create dal fuoco hanno un'importanza vitale per queste specie. Anche al Sud delle Alpi della Svizzera esistono specie pirofile.

Tra le piante, il *Cistus salvifolius* (cisto bianco o cisto femmina; figura 8a) rappresenta l'unica specie pirofila conosciuta in Svizzera. Si tratta di un arbusto mediterraneo di 30-80 cm d'altezza che trae profitto dal passaggio del fuoco, sia perché il calore stimola la germinazione dei semi, sia perché elimina la vegetazione concorrente. Nel Cantone Ticino la specie è presente in due aree geograficamente distinte: nella zona del Locarnese e all'imbocco della Leventina (Motto Bruciato sopra Pollegio-Pasquerio; GRECO 1998) Negli ultimi anni si è assistito a una progressiva contrazione e frammentazione dell'areale di questa specie, evoluzione dovuta probabilmente al progressivo abbandono delle pratiche silvo-pastorali, al generale avanzamento del bosco e alla diminuzione dell'area bruciata (MORETTI et al. subm.). Per questo motivo, la specie è stata ora inserita come «vulnerabile» nella Lista Rossa delle piante svizzere protette.

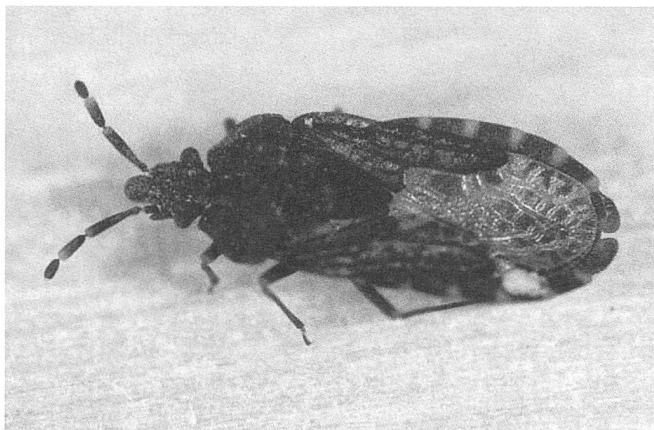
Per quanto riguarda il regno animale, della sessantina di specie di insetti pirofili note in Europa, ben quattro sono state recentemente scoperte anche in Ticino. Si tratta di una cimice (*Aradus lugubris*; figura 8b, WYNIGER et al. 2002), di un carabide (*Sericoda quadripunctatum*) e di due ditteri, una cosiddetta mosca del fumo, dall'inglese «smoky fly», (*Microsania pallipes*) e una drososila (*Amiota alboguttata*). Grazie a particolari

Figura 8a–c: Tre esempi di specie pirofile presenti nella Svizzera italiana.



8a) *Cistus salviifolius* (Cisto bianco o Cisto femmina) è l'unica pianta pirofila della Svizzera ed è presente solo a meridione delle Alpi (Locarno e Biasca).

Foto: M. Moretti, WSL Bellinzona.



8b) *Aradus lugubris*, cimice pirofila osservata subito dopo l'incendio del 1997 a Ronco sopra Ascona.

Foto: Beat Wecker, WSL Birmensdorf.



8c) *Geopyxis carbonaria*, fungo pirofilo osservato una settimana dopo il devastante incendio del 1997 sopra Santa Maria in Val Calanca.

Foto: Marco Moretti, WSL Bellinzona.

recettori, queste specie riescono a localizzare gli incendi a grande distanza. Si precipitano sulle aree bruciate per il rito nuziale (come osservato per *M. pallipes* e *A. lugubris*) e per deporre le uova nella cenere ancora calda. *Aradus lugubris* si nutre inoltre del micelio di funghi che crescono di preferenza nelle zone bruciate, mentre *S. quadripunctata* caccia gli artropodi sopravvissuti all'incendio.

Anche tra i funghi esistono specie adattate al fuoco. Al Sud delle Alpi sono finora note ben 7 specie di ascomiceti pirofili: *Geopyxis carbonaria* (figura 8c), *Rhizina undulata*, *Anthracobia melaloma*, *A. maurilabra*, *A. tristis*, *Pyronema domesticus* e *P. omphlodes*. Esse sfruttano probabilmente le sostanze nutritive presenti nella cenere e l'effetto impermeabilizzante della stessa che trattiene l'umidità in piccole depressioni del terreno.

Considerazioni conclusive

Gli incendi boschivi sono un fattore di disturbo con effetti contrastanti sull'ecosistema. Il passaggio del fuoco compromette temporaneamente la funzione protettiva del bosco, causando un deflusso superficiale e un'attività erosiva maggiorata delle acque meteoriche. In aree frequentemente percorse da incendi, la pressione selettiva del fuoco impoverisce anche il corredo di specie vegetali in grado di sopravvivere. Dall'altra parte, la temporanea distruzione della copertura forestale e la diversificazione delle strutture boschive provocate dal fuoco aumentano la varietà di habitat a disposizione della fauna invertebrata e di riflesso anche il numero di specie presenti. Infine, alcune specie presenti anche al Sud delle Alpi della Svizzera hanno un carattere pirofilo e il loro sviluppo dipende quindi in modo determinante dalla presenza di questo fattore di disturbo.

Una questione aperta rimane la scelta di una strategia di gestione del problema degli incendi boschivi, al fine di minimizzare gli effetti negativi senza dover eliminare del tutto gli effetti positivi, in termini di aumento della diversità di ambienti e di biodiversità della fauna invertebrata e delle specie pirofile. Una possibilità attualmente allo studio è quella di imitare gli effetti del fuoco attraverso interventi di ceduazioni. Sia il fuoco che la ceduazione portano a un arricchimento delle strutture boschive: questo è uno degli aspetti principali all'origine dell'aumento della biodiversità nelle superfici bruciate. E' addirittura ipotizzabile che la lunga storia di incendi e di intensa gestione forestale a ceduo condotta nella fascia castanile del Sud delle Alpi fino agli anni '50 abbiano selezionato le specie e le comunità degli invertebrati rendendole particolarmente adatte a questi tipi di disturbo.

Resta aperto il discorso delle specie pirofile che possono sicuramente approfittare di questi spazi aperti, ma che necessitano del fuoco per riprodursi. Tali informazioni dovrebbero poter essere integrate nei concetti di pianificazione forestale e in quelli anti-incendio, al fine di meglio conciliare i vari interessi. Occorre tuttavia non perdere di vista il problema generale della sicurezza del territorio e le esigenze di specie particolarmente sensibili e minacciate, che necessitano di ambienti maturi e stabili, quali gli alberi secolari o zone rifugio utili per la ricolonizzazione. Tali ambienti sono stati tuttavia ancora poco studiati dal profilo della biodiversità e della conservazione in relazione agli incendi.

Riassunto

Il Sud delle Alpi è la regione della Svizzera più colpita dagli incendi boschivi. La comprensione degli effetti del fuoco sulle principali componenti degli ecosistemi (suolo, flora e fauna) è di estrema importanza per pianificare le eventuali contromisure e informare correttamente gli operatori del settore e il grande pubblico. Il presente contributo propone una sintesi delle principali conoscenze fin qui acquisite sull'ecologia degli incendi boschivi nella Svizzera sudalpina.

A livello del suolo, il fuoco elimina la biomassa a terra e crea uno strato di cenere che modifica le proprietà chimico-fisiche del suolo, rendendolo temporaneamente impermeabile. In caso di pioggia, aumenta così il deflusso superficiale e l'azione erosiva dell'acqua, specialmente durante il primo anno postincendio. Per quanto riguarda la vegetazione, dopo un temporaneo aumento del numero di specie, si assiste sul lungo periodo a un impoverimento della diversità specifica, specialmente in caso di incendi ripetuti. Il corredo vegetale non subisce per contro grandi mutamenti in caso di singoli incendi di superficie isolati nel tempo.

Anche sulla fauna invertebrata il fuoco ha effetti diversi: dopo un incendio singolo, la ricchezza specifica resta costante e le comunità rigenerano dopo 6–14 anni. Nel caso di incendi ripetuti, invece, il numero di specie aumenta e si mantiene fino a 17–24 anni dopo l'evento. Le specie di invertebrati maggiormente favorite dal fuoco sono quelle tipiche dei boschi aperti e luminosi: impollinatori e predatori che trovano nelle superfici bruciate nuove risorse. Al Sud delle Alpi della Svizzera sono inoltre state osservate almeno 12 specie pirofile vegetali, animali e fungine, che dipendono dal fuoco per la loro riproduzione o per il loro ciclo vitale.

Da un punto di vista pratico, i risultati mostrano che gli incendi rappresentano una minaccia per i boschi a funzione protettiva. Per ricreare gli effetti positivi del fuoco occorre promuovere misure selvicolturali alte a diversificare gli stadi di sviluppo e a favorire quindi la diversità. Resta comunque aperto il discorso legato alle specie pirofile obbligatorie per il loro legame indissolubile col fuoco.

Zusammenfassung

Feuerökologie auf der Alpensüdseite der Schweiz: Auswirkungen auf Boden, Vegetation und Fauna

Die Alpensüdseite ist die am häufigsten von Waldbränden betroffene Region der Schweiz. Das Verständnis über die Effekte des Feuers auf die Hauptkomponente des Ökosystems (Boden, Flora und Fauna) ist von grosser Wichtigkeit, um mögliche Gegenmassnahmen zu planen und um die Fachleute sowie das breite Publikum korrekt zu informieren. Der Aufsatz vermittelt eine Synthese der bis heute erworbenen Kenntnisse über die Waldbrandökologie auf der Alpensüdseite der Schweiz.

Auf Bodenebene eliminiert das Feuer die oberflächliche Biomasse und kreierte eine Schicht aus Asche, welche die chemisch-physischen Eigenschaften des Bodens modifiziert, indem sie diese vorübergehend wasserundurchlässig gestaltet. Im Falle von Regen erhöhen sich der oberflächliche Abfluss sowie die Wassererosion, vor allem während des ersten Jahres nach dem Feuer. Die Vegetation erlebt, nach einer vorübergehenden Erhöhung der Artenanzahl, über längere Zeit eine Verarmung der Artenvielfalt, vor allem bei wiederholten Bränden. Im Falle von einzelnen zeitlich isolierten Oberflächenbränden erfährt hingegen die Vegetationsdecke keine grossen Veränderungen.

Das Feuer hat auch auf die Fauna der Wirbellosen verschiedene Auswirkungen: Nach einem einzelnen Feuer bleibt die Artenvielfalt konstant, und die Gemeinschaft regeneriert sich nach 6 bis 14 Jahren. Anders im Fall von sich wiederholenden

Feuern: Die Artenanzahl erhöht sich und bleibt während 17 bis 24 Jahren nach dem Ereignis erhalten. Die am häufigsten vom Feuer begünstigten Wirbellosen sind jene im offenen und lichtdurchlässigen Wald: Bestäuber und Räuber, die auf der verbrannten Fläche reichlich Nahrung finden. Auf der Alpensüdseite der Schweiz wurden ausserdem über zwölf feuerliebende (pyrophile) Pflanzen-, Tier- und Pilzarten beobachtet, welche für ihre Reproduktion oder ihren Lebenszyklus vom Feuer abhängig sind.

Praktisch gesehen zeigen die Resultate, dass die Brände eine Bedrohung für die Schutzfunktion der Wälder darstellen. Um die positiven Effekte des Feuers auf die Biodiversität zu erzeugen, sind gezielte Bewirtschaftungsmassnahmen denkbar, die verschiedene Entwicklungsstadien des Waldes fördern – und somit die Diversität. Bleibt trotzdem die Diskussion in Bezug auf die pyrophilen Arten offen, angesichts ihrer untrennbaren Verbindung zum Feuer.

Résumé

Ecologie du feu dans le sud des Alpes suisses: conséquences sur le sol, la végétation et la faune

Le sud des Alpes est la région de Suisse la plus fréquemment touchée par des incendies de forêt. Comprendre l'effet du feu sur les composants principaux de l'écosystème (sol, flore et faune) revêt une importance capitale pour planifier les contre-mesures envisageables et pour informer correctement les professionnels et la population. Cet article fait la synthèse des connaissances acquises jusqu'ici en ce qui concerne l'écologie des incendies de forêt dans le sud des Alpes suisses.

Au niveau du sol, le feu détruit la biomasse de surface et crée une couche de cendres qui modifie les propriétés chimico-physiques du sol en rendant la structure temporairement imperméable. En cas de pluie, on constate un accroissement du ruissellement et de l'érosion due à l'eau, avant tout au cours des premières années suivant l'incendie. La végétation subit, après un accroissement passager du nombre d'espèces, un appauvrissement durable de la diversité biologique, notamment à la suite d'incendies à répétition. La couverture végétale n'est par contre pas confrontée à de grands changements après des incendies superficiels, isolés dans le temps.

Le feu a aussi des conséquences sur la faune des invertébrés: après un incendie isolé, la diversité des espèces reste constante et les populations se régénèrent au bout de 6 à 14 ans. Il en va autrement lors d'incendies à répétition: le nombre d'espèces s'accroît et se maintient durant les 17 à 24 ans suivant l'événement. Les invertébrés les plus fréquemment favorisés par le feu sont ceux des forêts claires et ensoleillées: les espèces pollinisatrices et prédatrices qui trouvent une nourriture riche dans les surfaces incendiées. Dans le sud des Alpes suisses, on a observé en outre plus de 12 espèces pyrophiles (flore, faune et champignons) dont la reproduction ou le cycle de vie dépend du feu.

D'un point de vue pratique, les résultats montrent que les incendies constituent une menace pour la fonction protectrice des forêts. Des mesures de gestion ciblées favorisant différents stades de développement de la forêt et par conséquent la diversité sont envisageables pour déclencher les effets positifs du feu sur la biodiversité. La question des espèces pyrophiles reste néanmoins ouverte, vu leur lien obligé au feu.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

Fire ecology on the southern side of the Alps in Switzerland: Effect on soil, vegetation and fauna

The region on the southern side of the Alps in Switzerland is the region most often affected by forest fires. Understanding

the effect of the fire on the main components of the ecological system (soil, vegetation, fauna) is extremely important in order to plan possible countering measures and provide correct information for specialists and the public. The present contribution provides a synthesis of all that is known today of forest fire ecology in southern Switzerland.

At ground level, fire eliminates the biomass on the surface of the soil creating a level of ash, which changes the chemical and physical characteristic of the soil and renders it temporarily impermeable. Subsequent precipitation, especially during the first year following the fire, flows off the surface and increases water erosion. After an initial temporary increase in the number of species, the diversity of the vegetation becomes impoverished for long periods, especially in cases where fires occur repeatedly. If, on the other hand, surface fires occur at only isolated intervals, the vegetation cover experiences no great changes.

The fires have diverse effects on invertebrates: following a single occurrence, species diversity remains constant and the community regenerates itself after 6–14 years. The situation is different if repeated fires occur: the number of species increases and is maintained over a period of 17–24 years after the event. The forest invertebrates that profit most from fires are those that live in openings where sunlight can enter: pollinators and predators that find abundant food on the burnt surfaces. In addition, 12 pyrophile species of plants, fauna and fungi have been recorded on the southern side of the Alps, which depend on fire in their reproductional or life cycles.

From a practical point of view, the results show that fires threaten the protective function of forests. In order to generate positive effects of the fire on biodiversity, specific management measures are conceivable that promote the various development stages of the forest and thus its diversity. The discussion with regard to pyrophile species remains open in view of their inseparable union with fire.

Translation: ANGELA RAST-MARGERISON

Bibliografia

- AMIEF, F.; MORETTI, M. 2002: Neue und interessante Bienen- und Wespenarten für das Tessin und die Schweiz von Waldbrandgebieten (*Hymenoptera: Aculeata: Apidae, Pompilidae, Sphecidae*). Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 75: 173–182.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer Wien.
- CONEDERA, M.; MARCOZZI, M.; JUD, B.; MANDALLAZ, D.; CHATELAIN, F.; FRANK, C.; KIENAST, F.; AMBROSETTI, P.; CORTI, G. 1996: Incendi boschivi al Sud delle Alpi: passato, presente e possibili sviluppi futuri. Rapporto di lavoro del Programma Nazionale di Ricerca «Mutamenti climatici e catastrofi naturali» PNR 31. Zurigo, vdf Hochschulverlag. 143 p.
- CONEDERA, M.; PETER, L.; MARXER, P.; FORSTER, F.; RICKENMANN, D.; RE, L. 2003: Consequences of forest fires on the hydrogeological response of mountain catchments: a case study of the Riale Buffaga, Ticino, Switzerland. Earth Surf. Process. Landf. 28: 117–129.
- CONEDERA, M.; PEZZATTI, G.B. 2005: Gli incendi di bosco: cosa ci dice la statistica? Dati: statistiche e società V, 1: 6–13.
- DELARZE, R.; CALDELARI, D.; HAINARD, P. 1992: Effects of fire on forest dynamics in southern Switzerland. Journal of Vegetation Science 3: 55–60.
- GIACALONE, I.; MORETTI, M. 2001: Contributo alla conoscenza della mirmecofauna (*Hymenoptera: Formicidae*) dei castagneti al Sud delle Alpi (Ticino, Svizzera). Boll. Soc. ticin. Sci. nat. 89, 1–2: 51–60.
- GRECO, G. 1998: Distribuzione ed ecologia dell'arbusto mediterraneo *Cistus salvifolius* L. nelle Alpi (Svizzera, Italia). Tesi Sperimentale di Laurea in Scienze Naturali. University of Pavia, Italy. 165 p.
- HERZOG, S. 1998: Der direkte Einfluss des Feuers auf die Arthropodenfauna bei einem Waldbrandexperiment im Kanton Tessin. Diplomarbeit, ETH, Zürich. 75 p.
- HOFMANN, C.; CONEDERA, M.; DELARZE, R.; CARRARO, G.; GIORGETTI, P. 1998: Effets des incendies de forêt sur la végétation au Sud des Alpes suisses. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 73, 1: 1–90.
- LANDOLT, E. 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. Eidgenöss. Tech. Hochsch., Stift. Rübel Zür. 64, 288 p.
- LETEY, J. 2001: Causes and consequences of fire-induced soil water repellency. Hydrol. Process. 15: 2867–2875.
- MARXER, P. 2003: Oberflächenabfluss und Bodenerosion auf Brandflächen des Kastanienwaldgürtels der Südschweiz mit einer Anleitung zur Bewertung der post-fire Erosionsanfälligkeit (BA EroKaBr). Physiogeographica 33, 1–217.
- MORETTI, M. 2003: Effect of fire on the invertebrate communities in chestnut forests in Southern Switzerland. Diss. ETH 15300, Zürich. 111 p.
- MORETTI, M.; BARBALAT, S. 2004: The effects of wildfires on wood-eating beetles in deciduous forests on the southern slope of the Swiss Alps. Forest Ecology and Management 187: 85–103.
- MORETTI, M.; CONEDERA, M.; DUELLI, P.; EDWARDS, P.J. 2002: The effects of wildfire on ground-active spiders in deciduous forests on the Swiss southern slope of the Alps. J. Appl. Ecol. 39: 321–336.
- MORETTI, M.; CONEDERA, M.; MORESI, R.; GUIGAN, A. subm.: Assessing the influence of changes in fire regime on the distribution of a *Cistus salvifolius* L., small pyrophyte population using a modelling approach. Journal of Biogeography.
- MORETTI, M.; OBRIST, M.; DUELLI, P. 2004: Arthropod biodiversity after forest fires: Winners and losers in the winter fire regime of the Southern Alps. Ecography 27: 173–186.
- MORETTI, M.; OBRIST, M.; DUELLI, P. in prep.: Biodiversity and Resilience of Arthropod Communities after Fire Disturbance in Temperate Forests.
- OBERDORFER, E. 1983: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1051 p.
- PRESCHER, S.; MORETTI, M.; DUELLI, P. 2002: Scuttle flies (*Diptera, Phoridae*) in *Castanea sativa* forests in the southern Alps (Ticino, Switzerland), with thirteen species new to Switzerland. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 75: 289–298.
- WÜTHRICH, C.; SCHAUB, D.; WEBER, M.; MARXER, P.; CONEDERA, M. 2002: Soil respiration and soil microbial biomass after fire in a sweet chestnut forest in southern Switzerland. Catena 48: 201–215.
- WYNIGER, D.; MORETTI, M.; DUELLI, P. 2002: *Aradus lugubris* Fallen, 1807 (*Hemiptera, Heteroptera, Aradidae*) in a chestnut forest of Southern Switzerland after a fire experiment. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 75, 1–2: 61–64.
- ZUBER, R.K. 1979: Untersuchungen über die Vegetation und die Wiederbewaldung einer Brandfläche bei Locarno (Kanton Tessin). Beiheft an den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins 65: 1–105.

Autori

Dr. MARCO MORETTI, WSL Sottostazione Sud delle Alpi, via Belsoggiorno 22, 6500 Bellinzona.
MARCO CONEDERA, WSL Sottostazione Sud delle Alpi, via Belsoggiorno 22, 6500 Bellinzona.