

## Selvicoltura e protezione delle foreste: risultati e prospettive del III Congresso Nazionale di Selvicoltura

Battisti A <sup>(1)</sup>, Paoletti E\* <sup>(2)</sup>, Ragazzi A <sup>(3)</sup>

(1) DAAPV-Entomologia, Università di Padova, Agripolis, v.le dell'Università 16, I-35020 Legnaro (PD - Italy); (2) IPP-CNR, v. Madonna del Piano 10, I-50019 Sesto Fiorentino (Italy); (3) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Sezione di Patologia vegetale, Università di Firenze, p.le delle Cascine 28, I-50144 Firenze (Italy). - \*Corresponding Author: Elena Paoletti (e.paoletti@ipp.cnr.it).

**Abstract:** *Silviculture and forest protection: results and prospects from third Italian National Congress of Silviculture.* This paper summarizes the topics discussed during the session "Silviculture, Forest Protection" of the Third Italian National Congress of Silviculture. The health of Italian forests is often depending on irrational forest exploitation schemes and is threatened by the arrival of invasive species, the strengthening of native pests and diseases, and the increase of stress related to changing environment (both climate and pollution). The climate change is considered as a major complication in forest protection, as it is related to increasing out-breaks both directly and indirectly, through changes in tree physiology. Drawbacks are observed on biodiversity, forest growth and productivity, and protective function of forests. Ecosystems with high biodiversity may show a high degree of resilience to the changes. It is important to address these issues in the framework of the systemic silviculture approach to the management of Italian forests. Important requisites are availability of trained staff, funding for research and monitoring projects, access to the most uptodated scientific knowledge and methodologies. An integration of different types of available expertise (entomologists, plant pathologists, pollution scientists) is also envisaged.

**Keywords:** Air pollution, Climate change, Forest entomology, Forest pathology

*Received: Jan 19, 2009; Accepted: Jan 28, 2009*

**Citation:** Battisti A, Paoletti E, Ragazzi A, 2009. Selvicoltura e protezione delle foreste: risultati e prospettive del III Congresso Nazionale di Selvicoltura. *Forest@* 6: 66-74 [online: 2009-03-25] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.

### Introduzione

La selvicoltura del terzo millennio è chiamata ad affrontare sfide nuove e tradizionali, e ad approfondire i suoi legami con la protezione delle foreste. Il bosco è sempre più percepito come un bene ambientale e culturale di rilevante interesse collettivo. I molteplici servizi sociali svolti dalle foreste (conservazione della biodiversità, del suolo e delle risorse idriche, mitigazione dei cambiamenti climatici, purificazione dell'aria e dell'acqua, produzione, funzione paesaggistica e ricreativa) sono tutti fortemente dipendenti dallo stato di salute degli ecosistemi forestali.

La sessione "Selvicoltura, Protezione delle Foreste" del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, 16-19 Ottobre 2008, ha definito lo stato dell'arte e

gli obiettivi della ricerca nel campo delle interazioni tra selvicoltura e protezione delle foreste in Italia. Le conoscenze acquisite permettono di identificare le linee strategiche per la difesa delle nostre foreste in relazione agli indirizzi selvicolturali dei prossimi anni e alla luce dei cambiamenti climatici in atto.

Questo lavoro è una sintesi dei temi trattati nella sessione e un'analisi degli impegni tecnico-scientifici che attendono il settore della protezione delle foreste italiane.

### Patologia

La situazione sanitaria delle formazioni boschive italiane, spesso legata a utilizzazioni forestali non razionali, è condizionata dall'infiore di patogeni di nuova introduzione, dalla recrudescenza di patogeni

endemici e dall'aumento degli stress indotti dalle mutate condizioni ambientali di questi ultimi anni (Anselmi et al. 2008). Un esempio tipico è fornito dai patogeni del pioppo (*Discosporium*), noti per essere dannosi al Sud, ma che ora attaccano i popolamenti del Nord. È opportuno giungere alla definizione di un indice previsionale di suscettibilità delle piante agli attacchi dei parassiti, da sviluppare in stretta collaborazione con gli entomologi.

La posizione geografica dell'Italia ha sempre offerto buone opportunità di ingresso a parassiti provenienti da altri Paesi e Continenti. L'introduzione di specie aliene ha favorito funeste epidemie a carico di molte specie forestali; ne sono esempio *Cryphonectria parasitica* su castagno, *Marssonina brunnea* sui pioppi coltivati, *Ophiostoma* spp. su olmo, *Seiridium cardinale* su cipresso, *Ceratocystis platani* su platano. Negli ultimi anni l'Unione Europea si è dotata di norme specifiche, anche attraverso organizzazioni internazionali come la *European Plant Protection Organisation* (EPPO), che ha stilato liste di organismi di quarantena non ancora presenti sul Continente (A1), per prevenirne l'ingresso, e di organismi già segnalati in Europa (A2), per contenerne la diffusione tra i Paesi membri, nonché una lista di allarme per le specie di temuta introduzione (Nicolotti et al. 2008). Molto lavoro è stato fatto anche mediante l'introduzione del passaporto delle piante e della certificazione fitosanitaria per il trasporto commerciale, ma ciò non impedisce la possibile introduzione di nuove specie invasive, anche attraverso il "trasporto turistico" del materiale vegetale o mediante vettori naturali. Tra i parassiti di cui si teme l'introduzione nel nostro Paese, si annoverano gli agenti di tracheomicosi da *Ceratocystis fagacearum* su quercia e castagno, i patogeni dei pini quali la ruggine da *Cronartium fusiforme* e *C. quercuum*, la tracheomicosi da *Ophiostoma wagenerii*. L'introduzione di specie invasive è facilitata dai cambiamenti climatici, soprattutto l'aumento delle minime invernali e la variazione dei regimi idrici stagionali che inducono i patogeni a modificare i loro areali e a diffondersi anche nel nostro Paese. I casi più significativi riguardano gli insetti, perché i patogeni sono generalmente più lenti a manifestarsi. Il caso fitopatologico più recente riguarda *Phytophthora ramorum*, agente della moria improvvisa delle querce, giunta in Europa nel 2001 e intercettata in Piemonte su rododendri ornamentali. Molto più tardiva è invece risultata la scoperta dell'introduzione in Italia di una popolazione nord americana di *Heterobasidium annosum*, uno dei principali agenti di marciume e carie sulle conifere. Il fungo, contro il quale si stan-

no mettendo a punto opportune strategie di gestione, risulterebbe introdotto in Italia fin dal 1944, ma è stato individuato solo nel 2003 dopo che aveva colonizzato agevolmente le pinete litoranee del centro Italia, ibridandosi con la specie autoctona, ben nota per causare ingenti danni nel nordest (La Porta et al. 2008).

Le forti condizioni di stress cui i boschi sono sottoposti per l'aumento di inquinanti atmosferici e, soprattutto, per i più frequenti periodi siccitosi, l'aumento delle temperature medie e la riduzione delle precipitazioni annuali, hanno alterato l'equilibrio microbiologico del suolo e lo stato di micorrizzazione, inducendo fenomeni di deperimento, con l'infierire di patogeni di debolezza, agenti di marciumi radicali ed agenti di necrosi corticali. Tali condizioni da un lato influenzano la bio-ecologia di molti parassiti rendendoli più dannosi, dall'altro inducono nelle piante frequenti e prolungati stati di stress che ne limitano la resistenza alle avversità (Franceschini et al. 2008). Il clima relativamente più mite sembra favorire patogeni primari, in particolare *Phytophthora* e taluni agenti di mal bianco. Alcuni patogeni fogliari (*Marssonina*, *Cylindrosporium*) sono invece limitati nella loro diffusione dalla scarsità di piogge.

La gravità degli attacchi di insetti e di patogeni microbici che si registrano nelle cenosi arboree presenti in ambienti mediterranei impone tempestivi interventi: la natura e le modalità dei quali devono essere inquadrati in un contesto multidisciplinare in quanto non si può prescindere dalle conoscenze di ecologia, etologia, epidemiologia delle specie dannose, nonché delle interazioni tra biotopo e biocenosi, senza trascurare gli aspetti economici e della qualità dell'ambiente.

In linea generale non appare problematico indicare le azioni da intraprendere nella protezione delle piante dalle avversità biotiche, però le difficoltà insorgono al momento di passare alla fase applicativa in quanto le strategie di controllo sono vincolate alle caratteristiche del complesso arboreo interessato. Infatti, nelle situazioni più semplificate, quale il settore dell'arboricoltura industriale, l'uomo dispone di un'ampia possibilità di scelta, mentre nel caso dei sistemi naturali le opzioni si riducono alle sole che non interferiscono con i meccanismi in grado di assicurare il rispetto degli equilibri biocenotici esistenti (Luisi et al. 2008).

Nei nuovi impianti, il miglioramento genetico risulta la migliore via di lotta (Turchetti et al. 2008): sono oggi disponibili cloni di cipresso resistenti al cancro corticale, di olmo resistenti alla grafiosi, di

pioppo resistenti a varie malattie. Il controllo e la certificazione del materiale vivaistico, le misure di quarantena e il passaporto verde, per il materiale di importazione, rappresentano importanti strumenti di prevenzione. Per evitare di introdurre in campo materiali difettosi per conformazione e/o portatori di patogeni (in maggioranza funghi, ma anche cromisti e batteri), può essere necessario l'uso in vivaio di fitofarmaci, tenendo presente che quelli autorizzati non sono affatto numerosi e in realtà non garantiscono una sufficiente copertura contro tutte le principali avversità (Motta et al. 2008). È comunque più sensato ricorrere alla lotta integrata, in particolare l'introduzione della simbiosi ectomicorrizica, indotta in sede vivaistica mediante l'inoculazione artificiale di una o più specie fungine selezionate per le loro caratteristiche di efficienza ed adattabilità. La comunità micorrizica nei boschi naturali offre interessanti opportunità di studio e di monitoraggio dello stato fitosanitario degli alberi (Montecchio et al. 2008). Ad esempio, si è osservato che la componente arbustiva svolge un ruolo importante per il mantenimento della diversità della comunità ectomicorrizica nelle sugherete deperienti e rappresenta quindi una garanzia per la funzionalità dell'ecosistema (Lancellotti et al. 2008, Venturella et al. 2008). Questo aspetto dovrebbe essere ulteriormente approfondito in relazione ai sistemi di gestione attuati nei soprassuoli forestali interessati da deperimento, soprattutto se prevedono lavorazioni del suolo, decespugliamento o pascolo in foresta.

Risultati importanti sono stati conseguiti nella lotta biologica applicata ai patosistemi *Castanea-Cryphonectria parasitica* e *Castanea-Phytophthora cambivora* (Turchetti et al. 2008). Nel primo caso, l'ipovirulenza e la sua diffusione hanno definitivamente scongiurato la scomparsa del castagno in Italia ed in Europa. Sono stati anche messi a punto e commercializzati mastici biologici per la difesa degli innesti e delle ferite. Nel secondo caso, trattamenti con ammendanti biologici hanno ridotto gli attacchi e permesso la ripresa degli impianti più colpiti.

Le situazioni di cui sopra impongono l'adozione di adeguate strategie di intervento attraverso l'attivazione e il mantenimento di reti di monitoraggio, sia per individuare le formazioni forestali deperienti e a rischio di deperimento, sia per costruire idonei modelli previsionali degli attacchi parassitari e per definire le necessarie misure di prevenzione e difesa (Luciano et al. 2008). Ad esempio, in Friuli Venezia Giulia, il monitoraggio degli ostrio-querzeti e delle pinete deperienti ha portato a definire le cause dei pro-

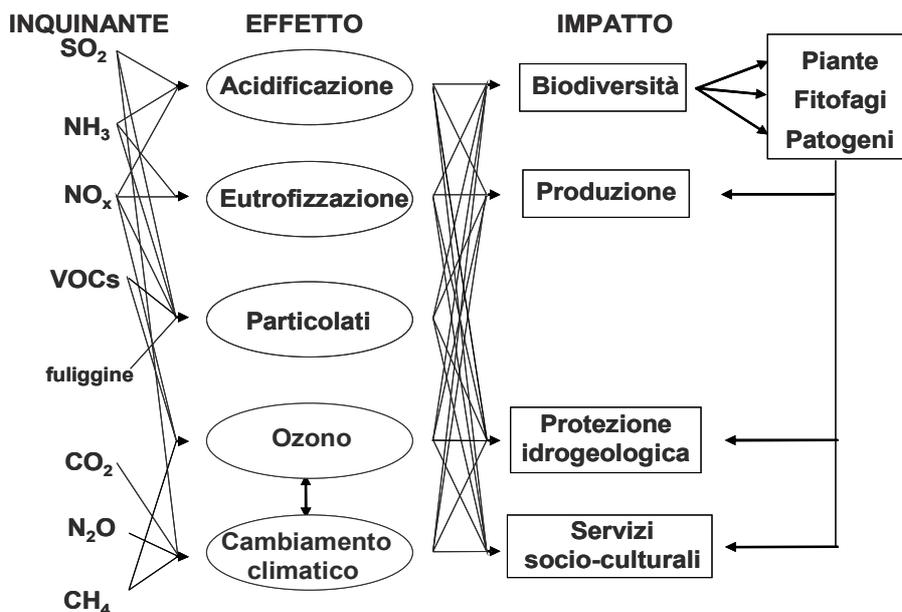
blemi fitopatologici. Il deperimento del carpino nero governato a ceduo è dovuto alla mancata utilizzazione e quindi all'invecchiamento delle ceppaie, a cui si sommano vari fattori abiotici (siccità ed elevate temperature estive) e biotici (agenti di cancri e necrosi corticali - Frigimelica & Valecic 2008). Gli attacchi di *Diplodia pinea* su pino nero si sono estesi dai popolamenti di origine artificiale alle pinete naturali, e aumentano le segnalazioni di danni a carico del pino silvestre; i danni sono correlati a stress da carenza idrica e temperature estive superiori alla norma, e possono manifestarsi anche nell'anno successivo a quello con anomalie climatiche (Frigimelica 2008). Allo stesso modo un accurato monitoraggio ha consentito di mettere in evidenza importanti malattie delle latifoglie in Sicilia (Burruano et al. 2008).

### Entomologia

Per quanto riguarda la difesa del bosco dagli agenti avversi di natura animale, profonde trasformazioni impongono un radicale riesame degli obiettivi della ricerca, dei programmi di controllo, dei metodi d'indagine e dei provvedimenti d'intervento applicativo (Masutti & Battisti 2008).

(1) Il cambiamento climatico modifica il funzionamento degli ecosistemi e la diffusione e performance dei parassiti forestali, come messo in luce nel caso della processionaria del pino e del bostrico tipografo dell'abete rosso, con tutte le conseguenze applicative in termini di selvicoltura preventiva. Per la loro pecioleria, gli insetti sono fortemente dipendenti dalle condizioni climatiche, sia direttamente per la sopravvivenza di un maggiore numero di individui, sia indirettamente per la modificata fenologia delle piante ospiti e, di conseguenza, della quantità e qualità dell'alimento disponibile; anche le interazioni tra fitofagi e loro competitori, limitatori (parassitoidi, predatori, entomopatogeni) e mutualisti, risultano modificate (Franceschini et al. 2008). La processionaria del pino (*Traumatocampa pityocampa*) ha ormai colonizzato le pinete anche ad altitudine più elevata proprio in virtù dei cambiamenti climatici che assicurano un sufficiente numero di ore possibili per l'attività di volo delle femmine e temperature idonee per l'attività trofica e la sopravvivenza delle larve. Le sue infestazioni costituiscono un annoso problema non solo per la pineta e per l'economia forestale in genere, ma anche per i fruitori di questo ambiente a causa delle setole urticanti che alcuni stadi giovanili dell'insetto liberano nell'ambiente. La facilità con cui questo patogeno aggredisce i boschi dipende anche dall'assenza di corrette tecniche selvicolturali (scelta della spe-

**Fig. 1** - Interconnessioni tra inquinanti, effetti ambientali e impatti sulla salute delle foreste mediati dall'intervento di agenti fitopatogeni.



cie e sedi di impianto). Il bostrico tipografo (*Ips typographus*) è uno degli insetti più dannosi alle foreste di abete rosso (Salvadori & Stergulc 2008, i cui attacchi sono favoriti dalla siccità primaverile dell'anno precedente. Mentre nel centro-nord Europa *I. typographus* presenta di solito una sola generazione all'anno, nelle Alpi fino a circa 1.000-1.200 m l'insetto può completare due generazioni (Bernardinelli 2008). Si teme che i cambiamenti climatici (alte temperature primaverili) gli permetteranno presto di completare tre generazioni in un anno. Le perdite economiche causate da *I. typographus* sono talora considerevoli, anche perché spesso i lotti di legname bostricato sono oggetto di azioni speculative e ingiustificati deprezzamenti. Tuttavia è l'aspetto ecologico quello che più preoccupa, data l'accresciuta frequenza di infestazioni anche in boschi fino a pochi anni fa indenni, soprattutto in prossimità del limite meridionale dell'areale della *Picea* e a quote inferiori rispetto a quelle ottimali. I vuoti aperti dal bostrico sono causa di mutamenti paesaggistici, spesso caratterizzati dall'avanzamento delle latifoglie. Da eventi occasionali, le infestazioni di bostrico stanno diventando un problema endemico, da affrontare non solo con azioni di lotta, ma anche in un'ottica di integrazione che preveda l'adeguamento delle previsioni assestamentali e degli indirizzi selvicolturali, quali ad esempio la regolazione della densità e lo svecchiamento dei soprassuoli. Una maggiore attenzione nel recupero e nell'asportazione delle cortecce bostricate potrebbe dare un contributo significativo per l'alleggerimento delle popolazioni di bostrico (Bernardinelli & Stergulc 2008). La maggior parte degli adulti svernanti,

infatti, trova riparo all'interno delle cortecce delle piante attaccate nella stagione precedente. Tuttavia, la movimentazione del legname comporta sempre un'elevata dispersione di residui di cortecce.

(2) Aumento del numero di insetti esotici invasivi. I casi più significativi sono *Matsucoccus feytaudi* su pino marittimo, *Marchallina hellenica* su pini mediterranei, *Dryocosmus kuriphilus* su castagno, *Corythucha ciliata* su ippocastano e *C. arcuata* su querce, i coleotteri *Rhynchophorus ferrugineus* su palme, *Anoplophora chinensis* e *Megaplatypus mutatus* polifagi su latifoglie (Nicolotti et al. 2008), *Leptoglossus occidentalis* su pino domestico (Maltese et al. 2008) e l'imenottero galligeno *Ophelimus maskelli* degli eucalipti, per il quale è stato messo a punto un efficiente sistema di lotta biologica (Caleca et al. 2008, Lo Verde et al. 2008). Si teme inoltre l'arrivo di alcuni lepidotteri defogliatori (*Dendrolimus sibiricus*, *Malacosoma disstria*, *M. americanum* e *Orgyia pseudotsugata*), di svariate specie di coleotteri scolitidi appartenenti ai generi *Pseudopityophthorus*, *Ips* e *Dendroctonus*, nonché del buprestide *Agrilus planipennis* (Nicolotti et al. 2008).

(3) Gli insetti fitofagi regolano la produzione primaria (Masutti & Battisti 2008) e agiscono quindi come "sorgenti di carbonio" che andrebbero valutate in ottica post-Kyoto. Il consumo di biomassa da parte degli animali deve essere inquadrato nel bilancio di carbonio degli ecosistemi forestali, sia per quanto riguarda le condizioni "normali" di attività, sia quando gli attacchi determinano inattesi contributi di residui al suolo ("pulses"), che quindi influenzano i flussi di carbonio nel terreno. L'avifauna conta sulla mediazione degli insetti per lo sfruttamento di gran

parte della disponibilità di sostanza organica sintetizzata nel bosco. I mammiferi agiscono come vegetariani o zoofagi obbligati, oppure come polifagi. L'azione della pedofauna a carico dei detriti è esercitata intensamente dagli anellidi e dagli artropodi. Anche la fauna delle acque interne rientra nel quadro della produzione degli ecosistemi forestali.

(4) Nuove conoscenze sulle risposte degli alberi agli attacchi dei parassiti suggeriscono l'induzione di risposte sistemiche a livello di individuo, ma anche tra individui diversi, mediante una comunicazione basata su messaggeri chimici che possono coinvolgere il livello trofico degli antagonisti naturali dei consumatori primari (Masutti & Battisti 2008). Si va affermando l'ipotesi che un alto livello di biodiversità favorisca la stabilità degli ecosistemi forestali con tutte le conseguenze che ciò può avere sui parassiti forestali e più in generale su tutti gli organismi in qualche modo associati alla perpetuazione dell'ecosistema, come i parassitoidi di insetti fitofagi (Cerretti et al. 2008). Meccanismi di resistenza particolari possono essere talvolta identificati e proposti per un utilizzo pratico, come nel caso della cocciniglia del pino marittimo (Fusaro et al. 2008).

(5) Le tecniche di analisi spaziale dei dati, interfacciate a sistemi basati su GIS, hanno introdotto nuove prospettive per la gestione del monitoraggio di insetti (Vacante et al. 2008). I dati georiferiti e i modelli di interpolazione spaziale integrati in un Sistema Informativo Territoriale permettono di elaborare mappe di rischio fitosanitario e di individuare le strategie selvicolturali più appropriate per la riduzione del rischio di danni. I dati provenienti da reti di monitoraggio distribuite sul territorio, a scala più o meno grande, rappresentano sempre più fonti di conoscenza nelle ricerche di base e applicate nello studio delle interazioni delle comunità biotiche e nella difesa delle foreste dai fitofagi. Essi possono inoltre contribuire alla definizione di schemi di lotta diretta specifici (Sidoti 2008).

#### *Inquinamento atmosferico e cambiamento climatico*

Il cambiamento globale sta esponendo le foreste ad una moltitudine di fattori interconnessi (Fig. 1). Molti inquinanti tradizionali e "nuovi" gas serra provengono dalle stesse fonti, contribuiscono al bilancio radiativo terrestre, interagiscono nell'atmosfera e influenzano congiuntamente gli ecosistemi. Inquinamento atmosferico e cambiamento climatico sono dunque facce della stessa medaglia. Non c'è dubbio che molti fenomeni siano ormai irreversibili. Lo studio dei meccanismi di adattamento delle foreste al

cambiamento è quindi prioritario, ma è complicato dalle numerose interazioni fra i fattori coinvolti. I medesimi driver (aumento della popolazione, del benessere sociale e dell'uso di tecnologie) condizionano diversi settori (trasporti, produzione di energia, industrie, settore domestico, uso del territorio) che emettono una varietà di inquinanti (ossidi di azoto e di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili, fuliggine, anidride carbonica, metano), causando una serie di effetti (acidificazione, eutrofizzazione, produzione di particolati e ozono, cambiamento climatico) i quali infine impattano sulle foreste a vario livello (biodiversità vegetale, animale e fungina; produzione; protezione del suolo; regimazione idrica; servizi socio-culturali). Ozono e cambiamento climatico sono gli aspetti del cambiamento globale più rilevanti per le foreste del bacino mediterraneo, e che inoltre si influenzano reciprocamente. Le concentrazioni di ozono sono aumentate di 2-4.5 volte (a seconda del sito) rispetto all'epoca pre-industriale e continuano a crescere dello 0,5-2% all'anno, apparentemente insensibili alla riduzione nelle emissioni dei precursori (Paoletti 2008). Ciò significa che l'ozono è e continuerà ad essere un serio problema per le foreste. Gli esperimenti in condizioni controllate hanno suggerito che l'ozono è l'inquinante fitotossico di maggiore preoccupazione per le foreste, ma verificare i suoi effetti in campo non è facile perché l'ozono è un inquinante subdolo, che non si accumula nei tessuti e interagisce con una pletera di altri fattori di stress ambientale. Solo due studi sperimentali sono stati finora condotti in condizioni realistiche, in Germania (Kranzberg) e negli Stati Uniti (Aspen Face). Il primo ha mostrato una riduzione dell'1% all'anno della capacità di sequestro del carbonio in una faggeta adulta. Il secondo, che fumigava contemporaneamente anche anidride carbonica, ha trovato che il maggior sequestro del carbonio dovuto all'aumento della CO<sub>2</sub> può essere annullato dalla presenza dell'ozono. Un altro effetto potenziale è legato alla ridotta allocazione di carbonio alle radici di piante sotto stress da ozono, il che nel lungo termine può alterare il flusso di carbonio dai suoli forestali.

Il cambiamento climatico sta aumentando le piogge torrenziali con pericolo di allagamenti ed erosione, ma anche i periodi siccitosi. Da tempo è noto che le piante rispondono all'ozono riducendo l'apertura degli stomi, per limitarne l'assorbimento, ma recenti risultati suggeriscono che gli stomi esposti all'ozono sono più lenti a rispondere allo stress idrico e questo spiega perché la traspirazione aumenti con i picchi di ozono. Attraverso il danneggiamento del control-

lo stomatico, la riduzione dell'allocazione dei fotosintati alle radici e forse altri finora sconosciuti meccanismi, l'ozono aumenta la predisposizione delle piante ai danni da siccità. Lo squilibrio tra parte epigea e ipogea rende gli alberi esposti all'ozono più suscettibili ai danni da vento, oltre che alla siccità. L'alterazione del controllo stomatico ne aumenta la suscettibilità agli incendi, mentre la predisposizione ai danni da freddo e agli attacchi di insetti e patogeni è stata dimostrata sperimentalmente in alberi esposti all'ozono, ma non verificata dal punto di vista dei meccanismi.

In Italia, le condizioni dei boschi in relazione a fattori di pressione ambientale (inquinamento e cambiamento climatico) sono monitorate nell'ambito del programma CON.ECO.FOR., attivo dal 1996. Anche se un periodo di 10 anni è ancora troppo breve per individuare tendenze durature, i risultati mostrano che acidità e deposizioni di zolfo non rappresentano più un problema per le nostre foreste, mentre le deposizioni azotate sembrano indurre cambiamenti floristici nelle faggete, e le concentrazioni di ozono (alte e in continuo aumento soprattutto al Centro-Sud) inducono danni visibili nella fascia prealpina (dove la disponibilità idrica favorisce l'apertura degli stomi e quindi l'assorbimento di ozono) e concorrono ad aumentare la trasparenza delle chiome ed a ridurre gli accrescimenti diametrali (Paoletti & Bussotti 2008). Le maggiori conoscenze acquisite sulla sensibilità al-

l'ozono e sulla sintomatologia delle specie vegetali contribuiscono al miglioramento dell'efficacia dei programmi di biomonitoraggio (Tagliaferri et al. 2008). Le conoscenze sulle dinamiche dell'ozono a scala locale mettono a disposizione degli amministratori locali strumenti più efficienti per elaborare piani di gestione ecologicamente sostenibili.

Comunque, l'evento più dannoso per la crescita in area basimetrica nei 10 anni di studio è stato l'estate eccezionalmente calda e arida del 2003 (Paoletti & Bussotti 2008). L'accresciuta frequenza di eventi climatici estremi ha effetti ecologici importanti sui nostri ecosistemi forestali. L'eccezionale nevicata del Dicembre 2007 in Sardegna, oltre ai danni diretti nelle sugherete, ha accresciuto il pericolo di incendi a causa della presenza a terra di grandi quantità di necromassa, e l'apertura di ferite negli organi legnosi delle piante ha aumentato le infezioni di due pericolosi patogeni fungini: *Biscogniauxia mediterranea* e *Botryosphaeria corticola* (Dettori et al. 2008).

Le deposizioni azotate, che in Europa superano i livelli critici in circa il 45% delle foreste, rimangono elevate anche in Italia (Paoletti & Bussotti 2008). Un'elevata fertilizzazione azotata aumenta la quantità di biomassa epigea e di necromassa e il contenuto azotato del fogliame e della lettiera, predisponendo gli alberi alla siccità, agli incendi, al freddo ed agli attacchi parassitari, alterando i processi di crescita e decomposizione e quindi influenzando i flussi di

**Tab. 1** - Sintesi dei principali fattori di pressione fitopatologica che interessano le foreste italiane, tendenza attuale (+, aumento; -, riduzione; =, stazionarietà), probabili cause e interventi selvicolturali suggeriti.

Fattori di pressione	Tendenza	Cause	Azioni selvicolturali
Nuovi insetti e patogeni invasivi	+	- Aumento viaggi - Cambiamento climatico	- Miglioramento genetico - Lotta biologica e tradizionale - Tagli fitosanitari - Selvicoltura sistemica - Altre azioni: Quarantena, Passaporto verde
Patogeni di debolezza, agenti di marciumi radicali e di necrosi corticali	+	- Inquinamento - Siccità - Aumento temperature	- Lotta biologica - Tagli fitosanitari
Patogeni fogliari	+, -	- Riduzione precipitazioni - Aumento temperature	- Tagli fitosanitari
Fitofagi	+	- Cambiamento climatico	- Miglioramento genetico - Lotta tradizionale - Selvicoltura sistemica
Ozono	+	- Inquinamento - Cambiamento climatico	- Selvicoltura sistemica
Deposizioni di zolfo	-	- Inquinamento	
Deposizioni di azoto	=	- Inquinamento	- Selvicoltura sistemica

carbonio. Indagini integrate mostrano comunque una condizione intermedia di saturazione da azoto nei nostri ecosistemi, con un completo consumo del nitrato nella zona radicale e subradicale del suolo (Tagliaferri et al. 2008). Questi risultati confermano la necessità di un monitoraggio di lungo periodo delle nostre foreste, da estendersi anche a quelle formazioni di ecotono più a rischio di cambiamenti, come il limite altitudinale della vegetazione arborea, e da integrare con nuove acquisizioni scientifiche provenienti dall'attività di ricerca.

### Prospettive future

Per vari decenni gli approcci usati nel controllo selvicolturale degli stress biotici e abiotici si sono basati fondamentalmente sul concetto che le piante caratterizzate da maggior vigore di crescita fossero anche quelle meno stressate e di conseguenza più resistenti. Tali approcci hanno condotto a interventi selvicolturali caratterizzati da un alto livello di imprevedibilità. Viceversa, oggi si ipotizza che la resistenza sistemica indotta rappresenti un fenomeno comune e importante nelle piante forestali che permette una ripartizione bilanciata delle risorse disponibili fra le domande imposte dalla crescita e quelle imposte dalla difesa (Bonello 2008). Solamente una sintesi tra le conoscenze sulla difesa delle piante e sui principi selvicolturali ci porterà a formulare interventi razionali e affidabili. È quindi fondamentale che la ricerca in questo campo venga sostenuta e sviluppata.

L'esigenza di quantificare e delimitare annualmente le superfici boscate danneggiate da insetti fitofagi, patogeni e avversità abiotiche, ha sollevato la necessità di implementare e mantenere reti permanenti di monitoraggio dello stato fitosanitario in grado di superare la logica dell'emergenza (Luciano et al. 2008). Il proliferare di queste reti sta permettendo di affrontare le problematiche di difesa delle foreste sulla base dell'annuale acquisizione di elementi utili per la definizione delle scelte gestionali e per l'individuazione di eventuali fattori di rischio, permettendo nel contempo di predisporre tempestivamente idonee iniziative di controllo diretto. Lo sviluppo di specifiche reti di monitoraggio è stato accompagnato da una parallela opera di formazione del personale del CFS e dei vari Enti territorialmente competenti. Un ulteriore salto di qualità potrà essere fatto coordinando a livello nazionale le esperienze attualmente esistenti (insetti, patogeni, clima, inquinamento, stato delle piante), per armonizzare le metodologie di monitoraggio, costituire banche dati comuni, razionalizzare gli obiettivi, ottimizzare i nostri sforzi con-

giunti.

Un coordinamento nazionale è anche necessario per integrare le attività di monitoraggio con i risultati scientifici provenienti dal mondo della ricerca. È chiaro che una politica gestionale che fronteggi efficacemente le attuali pressioni fitopatologiche, in un quadro di stress multipli e di interazioni complesse, ha ancora numerosi *gap* cognitivi da colmare. È necessario però sviluppare una ricerca multidisciplinare, perché focalizzarsi su singoli fattori di stress può portare a politiche forestali inappropriate.

La modellizzazione delle dinamiche fitopatologiche in atto nelle nostre foreste non è stata trattata in modo approfondito in questa sessione. Lo sviluppo di modelli in questo settore deve dunque essere incoraggiato. Monitoraggio e ricerca devono essere integrati con la modellistica, per derivare suggerimenti gestionali su basi scientifiche concrete.

Un altro aspetto non trattato in questa sessione, ma di cui gli studiosi forestali devono tenere conto, è la prevista variazione degli areali delle specie arboree. La possibilità di introdurre specie non native deve essere valutata sulla base delle conoscenze scientifiche, in particolare esaminando la loro suscettibilità alle nuove condizioni ecologiche e alle popolazioni parassitarie preesistenti.

Le crescenti esigenze connesse alla mitigazione dei processi di desertificazione e all'attuazione del Protocollo di Kyoto determinano la necessità di quantificare l'impatto di insetti, patogeni e inquinanti, oltre che dei fattori climatici, sui sink di carbonio forestale.

In generale, i partecipanti a questa sessione hanno convenuto che il cambiamento climatico è l'emergenza principale del settore fitopatologico (con attacchi parassitari crescenti e più sottili, ma non meno significativi cambiamenti nella fisiologia degli alberi, nella biodiversità degli ecosistemi forestali, nella crescita e nella produttività forestale, nelle funzioni protettive delle foreste) e che gli ecosistemi biodiversificati sono più resilienti in questo mondo di cambiamenti climatici (Tab. 1). I Selvicoltori hanno già sviluppato linee guida per una selvicoltura sistemica che migliori la sostenibilità ambientale forestale in tutte le sue componenti. È quindi indispensabile che la gestione forestale si adatti ai cambiamenti in corso. Alcune metodiche selvicolturali tradizionali (es: boschi puri e coetanei) non sono chiaramente in grado di favorire l'adattamento. Personale preparato, finanziamenti e continuità del monitoraggio sono prerequisiti essenziali, insieme allo sviluppo di conoscenze scientifiche aggiornate, di nuove metodologie e di una

maggior integrazione fra tutti i settori coinvolti. Anche le scienze forestali devono dunque adattarsi. La valutazione dei rischi deve incorporare le non-linearità inerenti la risposta della vegetazione ai cambiamenti ambientali. Dovrebbero infine essere sviluppati e sostenuti nuovi programmi di miglioramento genetico per la resistenza ai parassiti ed agli stress climatici.

## Conclusioni

La tutela del patrimonio forestale del nostro Paese richiede un'attenta gestione mirata a valorizzare in pieno le potenzialità degli ecosistemi forestali tutelandone nel contempo funzionalità e capacità di autoconservazione, nel generale quadro dei cambiamenti che le modifiche climatiche stanno determinando. Il connubio tra selvicoltura e difesa del bosco ha profonde radici nella scuola italiana, derivanti sia dall'evidenza empirica di una minore dannosità di funghi, insetti e avversità abiotiche (clima e inquinamento) in boschi correttamente gestiti, sia da plurime conferme sperimentali dell'attitudine degli ecosistemi forestali a conservarsi e ad evolversi laddove i produttori primari vivono in equilibrio con gli agenti che degradano la sostanza organica. Per seguire e interpretare queste dinamiche e tradurle in azioni selvicolturali, è richiesta una maggiore integrazione fra gli approcci (ricerca, monitoraggio e modellistica) e le tematiche (insetti, patogeni, clima, inquinamento). Gli scienziati forestali tutti, e in particolare i Selvicoltori, i Patologi e gli Entomologi forestali, sono oggi chiamati ad uno sforzo di integrazione senza precedenti.

## Bibliografia

Anselmi N, Celerino GP, Ragazzi A (2008). Problematiche fitopatologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 106.

Bernardinelli I, Stergulc F (2008). Bonifica fitosanitaria di piazzali di stoccaggio di legname bostricato. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 262.

Bernardinelli I (2008). Risk mapping per attacchi di bostrico tipografo nei boschi del Friuli Venezia Giulia. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 261.

Bonello P (2008). Meccanismi di resistenza delle piante arboree a patogeni e insetti. Quali lezioni per la selvicoltura moderna? In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre

2008, p. 111.

Burruano S, Torta L, Sidoti A, Granata G (2008). Latifoglie in Sicilia: un laboratorio di problematiche fitopatologiche. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 123.

Caleca V, Rizzo MC, Lo Verde G, Rizzo R, Buccellato V, Luciano P, Cao O, Palmeri V, Grande SB, Campolo O (2008). Diffusione di *Closterocerus chamaeleon* (Girault) introdotto in Sicilia, Sardegna e Calabria per il controllo biologico di *Ophelimus maskelli* Ashmead (Hymenoptera, Eulophidae), galligeno esotico sugli eucalipti. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 122.

Dettori S, Cillara M, Depilano G, Filigheddu MR, Sirca C, Spano D, Usai A, Franceschini A (2008). Danni da neve e rischi conseguenti nelle sugherete del nord Sardegna. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 263.

Franceschini A, Longo S, Moricca S (2008). Avversità biotiche e mutamenti climatici negli ambienti forestali mediterranei. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 107.

Frigimelica G, Valecic M (2008). Effetti del taglio raso sullo stato fitosanitario del carpino nero. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 264.

Frigimelica G (2008). Incidenza di *Diplodia pinea* nelle pinete del Friuli Venezia Giulia. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 121.

Fusaro E, Di Matteo G, Righi F (2008). Potenzialità d'impiego di materiale vivaistico di *Pinus pinaster* Aiton selezionato per la resistenza alla cocciniglia *Matsucoccus feytaudi* Ducasse. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 265.

La Porta N, Pedron L, Capretti P (2008). Diffusione e impatto di *Heterobasidion annosum* nelle Alpi Orientali. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 266.

Lancellotti E, Franceschini A, Corda P (2008). Relazione tra la diversità delle comunità vegetale ed ectomicorrizica in una sughereta deperente. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 267.

Lo Verde G, Rizzo R, Barraco G (2008). Primi dati sulla dannosità e sul controllo di *Ophelimus maskelli* Asmead su *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in vivaio. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 268.

- Cerretti P, Mason F, Nardi G (2008). Parassitoidi di insetti di ecosistemi forestali: il caso dei ditteri tachinidi (Diptera: Tachinidae). In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 117.
- Luciano P, Roversi PF, Tannini A (2008). Il monitoraggio fitosanitario forestale e la formazione del personale operativo). In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 109.
- Luisi N, Tiberi R, Triggiani O (2008). La gestione delle problematiche fitosanitarie nel contesto dei sistemi. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 110.
- Maltese M, Calca V, Carapezza A (2008). Primi reperti sulla diffusione in Sicilia di *Leptoglossus occidentalis* Heide-mann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere). In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 269.
- Masutti L, Battisti A (2008). Problematiche entomologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane: lo stato dell'arte. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 105.
- Montecchio L, Motta E, Mutto Accordi S (2008). La comunità micorrizica come bioindicatore della salute delle piante forestali. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 113.
- Motta E, Montecchio L, Mutto Accordi S (2008). Le malattie in vivaio e le strategie di difesa integrata. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 112.
- Nicolotti G, Facceli M, Capretti P (2008). Specie invasive, rischi di introduzione e gestione delle emergenze. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 108.
- Paoletti E (2008). Applicazione di antiossidanti per proteggere piante sensibili contro i danni da ozono. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. ?.
- Paoletti E, Bussotti F (2008). Adattamento delle foreste all'impatto di inquinamento e cambiamento climatico: dalle strategie globali ai risultati nazionali. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 115.
- Salvadori C, Stergulc F (2008). Indirizzi selvicolturali per il contenimento dei danni da bostrico tipografo nelle foreste delle Alpi orientali. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 114.
- Sidoti A (2008). Utilizzo della endoterapia nella gestione integrata della processionaria dei pini in aree a fruizione turistico-ricreativa. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 118.
- Tagliaferri A, Balestrino R, Colombo R, Diaz Varrela RA, Buffoni A, Bozzetti I, Verdelli L (2008). Analisi dei segnali delle variazioni climatiche in campo forestale. Dinamiche della vegetazione alpina e dell'azoto in ambienti d'alta quota in risposta ai cambiamenti climatici recenti: indagini retrospettiva e sviluppo di un sistema di monitoraggio. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 272.
- Tagliaferri A, Ballarin Denti A, Berizzi D, Colombo R, Buffoni A, Gerosa G, Bussotti F, Belis C, Ferretti M (2008). Influenza dell'ozono sulla gestione sostenibile del sistema agricolo e forestale della Lombardia (INFOGESO). In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 120.
- Turchetti T, Raddi P, Santini A, Danti R (2008). Lotta biologica e miglioramento genetico, quali strategie di intervento nelle formazioni boschive. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 116.
- Vacante V, Monsignore C, Manti F (2008). Il monitoraggio di un lepidottero defogliatore e la gestione fitosanitaria dei comprensori forestali del parco nazionale dell'Aspromonte. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 119.
- Venturella G, Saitta A, Gargano ML (2008). Gli effetti dei trattamenti selvicolturali sulla dinamica delle cenosi fungine. In: Riassunti III Congresso Nazionale di Selvicoltura (Ciancio O ed). Taormina (Italy), 16-19 Ottobre 2008, p. 274.