

ANDREA BATTISTI (\*) - LUIGI MASUTTI (\*) - ELENA PAOLETTI (\*\*)  
ALESSANDRO RAGAZZI (\*\*\*)

## SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

*I molteplici servizi 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) dipendono fortemente dallo stato di salute degli ecosistemi forestali. In questo contributo si riassumono gli spunti principali emersi durante la sessione «Selvicoltura, Protezione delle Foreste» del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, 16 - 19 Ottobre 2008, in merito alle interazioni tra selvicoltura e protezione delle foreste in Italia.*

*Parole chiave:* insetti; funghi; inquinamento; cambiamento climatico.  
*Key words:* insects; fungi; pollution; climate change.

I molteplici servizi 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) dipendono fortemente dallo stato di salute degli ecosistemi forestali. In questo contributo si riassumono gli spunti principali emersi durante la sessione «Selvicoltura, Protezione delle Foreste» del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, 16 - 19 Ottobre 2008, in merito alle interazioni tra selvicoltura e protezione delle foreste in Italia. Per una trattazione più estesa si rimanda a BATTISTI *et al.*, 2009.

### 1. PATOLOGIA

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

---

(\*) DAAPV-Entomologia, Università di Padova, Agripolis - Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (Padova).

(\*\*) IPP-CNR, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (Firenze).

(\*\*\*) Dipartimento di Biotecnologie agrarie - Sezione di Patologia vegetale, Università degli Studi di Firenze, P.le delle Cascine 28, 50144 Firenze.

e dall'aumento degli stress indotti dalle mutate condizioni ambientali. Un esempio tipico è fornito da *Discosporium*, patogeno del pioppo noto per essere dannoso al Sud, ma ora diffuso anche al Nord. La posizione geografica dell'Italia ha sempre offerto ampie opportunità di ingresso a parassiti provenienti da altri Paesi e Continenti, il che ha favorito epidemie quali: *Cryphonectria parasitica* su castagno, *Marssonina brunnea* sui pioppi coltivati, *Ophiostoma* spp. su olmo, *Seiridium cardinale* su cipresso, *Ceratocystis platani* su platano. L'introduzione di specie invasive è oggi facilitata dai cambiamenti climatici, che inducono i patogeni a modificare i loro areali. I casi più significativi riguardano però gli insetti, perché i patogeni sono generalmente più lenti a manifestarsi. 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. Molto lavoro è stato fatto anche mediante l'istituzione del passaporto delle piante e della certificazione fitosanitaria per il trasporto commerciale. Tra i patogeni di cui si teme l'introduzione nel nostro Paese, si elencano 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*.

Le critiche condizioni di stress cui i boschi sono sottoposti per l'aumento di inquinanti atmosferici, il frequente ripetersi di 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'inferire di patogeni di debolezza, agenti di marciumi radicali ed agenti di necrosi corticali. La gravità degli attacchi impone interventi tempestivi, 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 quelli inerenti alla qualità dell'ambiente. Le strategie di controllo sono vincolate alle caratteristiche del complesso arboreo interessato. Nei nuovi impianti, il miglioramento genetico risulta la migliore via di lotta. 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. È comunque più sensato ricorrere alla lotta integrata, in particolare l'induzione della simbiosi ectomicorrizica in sede vivaistica. Risultati importanti sono stati conseguiti nella lotta biologica applicata ai patosistemi *Castanea-Cryphonectria parasitica* e *Castanea-Phytophthora cambivora*. 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.

## 2. ENTOMOLOGIA

Il cambiamento climatico modifica il funzionamento degli ecosistemi e la diffusione e 'performancè dei fitofagi 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 pecilotermia, 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. 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. La facilità con cui questo defogliatore aggredisce i boschi dipende anche dall'assenza di corrette tecniche selvicolturali (scelta della specie e sesti di impianto). Il bostrico tipografo (*Ips typographus*) è notoriamente uno degli insetti più dannosi alle peccete; i suoi attacchi sono favoriti dalla siccità primaverile dell'anno precedente.

Mentre nel centro-nord Europa *I. typographus* presenta di solito una sola generazione l'anno, sulle Alpi fino a circa 1.000-1.200 m l'insetto può svolgere due cicli; si teme che i cambiamenti climatici (alte temperature primaverili) possano prima o poi permettergli di completarne tre. Le perdite economiche causate da tale scoltide sono talora considerevoli, tuttavia è l'aspetto ecologico quello che più preoccupa. I vuoti aperti dal *I. typographus* sono causa di mutamenti paesaggistici, spesso caratterizzati dall'invasione 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 infestate potrebbe dare un contributo significativo all'alleggerimento delle popolazioni di bostrico.

Il cambiamento climatico aumenta anche il numero di insetti esotici invasivi. I casi più significativi riguardano *Matsucoccus feytaudi* su pino marittimo, *Marchalina hellenica* su pini mediterranei, *Dryocosmus kuriphilus* su castagno, *Corythucha ciliata* su platano e *C. arcuata* su querce, i coleotteri *Rhynchophorus ferrugineus* su palme, *Anoplophora chinensis* e *A. glabripennis*, *Megaplatypus mutatus* su latifoglie, *Leptoglossus occidentalis* su pino domestico e l'imenottero galligeno *Ophelimus maskelli* degli eucalipti, per il quale è stato messo a punto un efficiente sistema di lotta biologica. Si teme inoltre l'arrivo di alcuni lepidotteri defogliatori (*Dendrolimus sibiricus*, *Malacosoma disstria*, *M. americanum* e *Orgyia pseudotsugata*), di svariate specie di coleotteri scoltidi appartenenti ai generi *Pseudopityophthorus*, *Ips* e *Dendroctonus*, nonché del buprestide *Agrilus planipennis*.

Gli insetti fitofagi regolano la produzione primaria 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, per quanto riguarda sia le condizioni «normali» di attività trofica, sia gli straordinari, inattesi contributi di residui al suolo («pulses»), che quindi influenzano i flussi di carbonio nel terreno.

Nuove conoscenze sulle risposte degli alberi agli attacchi dei fitofagi suggeriscono l'induzione di risposte sistemiche a livello di individuo vegetale, ma anche tra individui diversi, mediante una comunicazione basata su messaggeri chimici che possono coinvolgere il livello trofico degli antagonisti naturali dei consumatori primari. Si va confermando l'ipotesi che un alto livello di biodiversità favorisca la stabilità degli ecosistemi forestali. Meccanismi di resistenza particolari possono essere talvolta identificati e proposti per un utilizzo pratico, come nel caso della cocciniglia del pino marittimo.

L'analisi spaziale dei dati, interfacciata a sistemi GIS, ha introdotto nuove prospettive per la gestione del monitoraggio di insetti. 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.

### 3. INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il cambiamento globale sta esponendo le foreste ad una moltitudine di fattori interconnessi. 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. Ozono e clima sono gli aspetti del cambiamento globale più rilevanti per le foreste del bacino mediterraneo, ed è noto inoltre che essi si influenzano reciprocamente. Gli esperimenti in condizioni controllate hanno suggerito che l'ozono sia 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 moltitudine di altri fattori di stress ambientale. Il cambiamento climatico sta aumentando la frequenza delle piogge torrenziali, con pericolo di allagamenti ed erosione, ma anche dei periodi siccitosi. Da tempo è noto che le piante rispondono all'ozono riducendo l'apertura degli stomi, il che ne limita l'assorbimento, ma recenti risultati suggeriscono che gli stomi esposti all'ozono sono più lenti a reagire allo stress idrico e questo spiega perché la traspirazione aumenti con i picchi di ozono. Attraverso il danneggiamento del controllo stomatico, la riduzione dell'allocatione dei fotosintati alle radici e forse altri finora sconosciuti meccanismi, l'ozono accresce la predisposizione delle piante ai danni da siccità. Lo squilibrio tra parte epigea e ipogea rende gli alberi esposti all'ozono più suscettibili di danni da vento e da siccità. L'alterazione del controllo stomatico aumenta la combustibilità negli 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 ancora chiarita nei processi biologici.

In Italia, le condizioni dei boschi in relazione a fattori di pressione ambientale (inquinamento e cambiamento climatico) sono monitorate nel-

l'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. 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.

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. L'accresciuta frequenza di eventi climatici estremi ha effetti ecologici importanti sui nostri ecosistemi forestali. L'eccezionale nevicata del Dicembre 2007 in Sardegna, oltre a provocare 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 patogeni fungini.

Le deposizioni azotate, che in Europa superano i livelli critici in circa il 45% delle foreste, rimangono elevate anche in Italia. Un'elevata fertilizzazione azotata aumenta la biomassa epigea, la necromassa, il contenuto azotato del fogliame e della lettiera, predisponendo gli alberi alla siccità, agli incendi, al freddo e agli attacchi parassitari, alterando i processi di crescita e decomposizione e quindi influenzando i flussi di carbonio. Indagini integrate mostrano comunque una condizione intermedia di saturazione da azoto negli ecosistemi. Questi risultati confermano la necessità di un monitoraggio di lungo periodo delle nostre foreste, da estendersi anche alle formazioni di ecotono più a rischio di cambiamenti, come quelle al limite altitudinale della vegetazione arborea, e da integrare con nuove acquisizioni scientifiche provenienti dall'attività di ricerca.

#### 4. PROSPETTIVE

Per vari decenni gli approcci usati nel controllo selvicolturale degli stress biotici e abiotici si sono basati fundamentalmente sul concetto che le piante caratterizzate da maggior vigore di crescita fossero anche quelle meno stressate e di conseguenza più resistenti. Viceversa, oggi si ritiene che la resistenza sistemica indotta rappresenti un fenomeno comune e

importante nelle piante forestali che permette una ripartizione bilanciata delle risorse disponibili fra le esigenze manifestate dalla crescita e quelle imposte dalla difesa. È quindi indispensabile incoraggiare la ricerca in questo settore.

La necessità di quantificare e delimitare annualmente le superfici boscate danneggiate da insetti, patogeni e avversità abiotiche, ha determinato l'urgenza di implementare e mantenere reti permanenti di monitoraggio dello stato fitosanitario atte a far superare la logica dell'emergenza e utili alla definizione delle scelte gestionali e all'individuazione dei fattori di rischio. 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 compiuto coordinando a livello nazionale le esperienze attualmente esistenti, per armonizzare le metodologie di monitoraggio, costituire banche dati comuni, razionalizzare gli obiettivi, ottimizzare gli sforzi congiunti. 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 sopra delineata collaborazione renderà finalmente possibile anche la modellizzazione delle dinamiche fitopatologiche; lo sviluppo di modelli in questo settore deve dunque essere incoraggiato. Un altro aspetto da considerare con costante attenzione è la prevista variazione degli areali delle specie arboree. L'eventualità di introdurre specie non native deve essere valutata sulla base delle conoscenze scientifiche, in particolare esaminando la loro adattabilità alle nuove condizioni ecologiche e ai complessi di fitopatogeni e fitofagi 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 crescenti attacchi di organismi avversi e cambiamenti nella fisiologia degli alberi, nella biodiversità degli ecosistemi forestali, nella crescita e nella produttività forestale, nelle funzioni protettive delle foreste.

In conclusione, la situazione sanitaria delle formazioni boschive italiane, spesso legata a utilizzazioni forestali non razionali, è condizionata

dall'infierire di agenti biotici deleteri di nuova introduzione, dalla recrudescenza di patogeni endemici e dall'aumento degli stress indotti dalle mutate condizioni ambientali (clima e inquinamento). Gli ecosistemi con elevata biodiversità si stanno dimostrando più resilienti a questi cambiamenti. Nell'ambito delle linee guida per una selvicoltura sistemica sviluppate in Italia, è quindi indispensabile che la difesa del bosco, come sopra delineata, sia compresa, quale parte essenziale, in un rinnovato quadro di gestione forestale predisposta ad adeguarsi ai cambiamenti in corso.

## SUMMARY

### **Silviculture: forest protection**

The multiple services provided by forests (conservation of: biodiversity, soil and water resources, mitigation of climate change, cleaning of air and water, timber production, landscape and recreation) are strongly dependent on forest health. In this paper we synthesize the main outcomes of the session on 'Silviculture, Forest Protection' held within the III Italian National Congress of Silviculture, Taormina, 16-19 October 2008.

## BIBLIOGRAFIA

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.