

# Inquinamento atmosferico e declino del bosco

Giorgio Monti

Si è svolto il 25 giugno 1988 a Vallombrosa, presso la Sala Capitolare di quella antica Abbazia, un convegno internazionale su «Inquinamento atmosferico e declino del bosco – Recenti interpretazioni sui danni forestali di nuovo tipo nel Mondo e in Italia».

L'iniziativa si inquadrava nell'ambito delle manifestazioni per il centenario della «Società Botanica Italiana» (1), ed era stata organizzata con la collaborazione della Regione Toscana, dell'Associazione Intercomunale Valdarno Superiore Nord, della Comunità Montana del Pratomagno, e con il patrocinio del Ministero dell'Agricoltura e Foreste e della C.E.E. Il Presidente dell'Associazione Intercomunale Valdarno Superiore Nord, Dott. Fabrizio Campucci, ha aperto il convegno, e dopo aver ricordato i danni che l'inquinamento atmosferico (derivante prevalentemente dall'impiego dei combustibili fossili) provoca, oltre che al patrimonio boschivo, anche ai nostri monumenti ed alla stessa salute umana, il Dott. Campucci ha precisato che la Regione Toscana aveva incaricato la «Società Botanica Italiana» di predisporre uno studio sullo stato di salute delle foreste demaniali: questa ricerca ha significativamente messo in rilievo che circa il 50% del patrimonio demaniale risulterebbe danneggiato, portando così la percentuale della Toscana ai livelli di altri Paesi vicini (Svizzera, ecc).

Il Presidente della «Società Botanica Italiana» Prof. Franco Pedrotti ha quindi preso la parola, ricordando l'importanza di Vallombrosa per gli studi botanici, la figura del suo illustre fondatore – S. Giovanni Gualberto – ed il ruolo di tanti suoi monaci (fra cui P. A. Micheli, Padre della nostra Micologia). Dopo aver rievocato l'inizio dell'insegnamento forestale a Vallombrosa e l'importanza della costituzione dei suoi Arboreti, il Prof. Pedrotti ha poi proceduto alla consegna della pergamena del

(1) Si veda, sull'argomento - Carlo Ferrari - «La Società Botanica Italiana compie cento anni» - Natura e Montagna - Anno XXXIV - n. 3 - Settembre 1987; «Società Botanica Italiana 1888 - 1988 - Un Congresso per celebrare il centenario» - Natura e Montagna - Anno XXXV - n. 1-2 - Giugno 1988; - G.M. - «Nel Centenario della Società Botanica Italiana: problemi della conservazione dell'ambiente vegetale e della tutela dei giardini storici» - Monti e Boschi (Notiziario) - Anno XXXIX - n. 3 - Maggio-Giugno 1988.

Centenario all'Abbazia, affidandola al suo Priore.

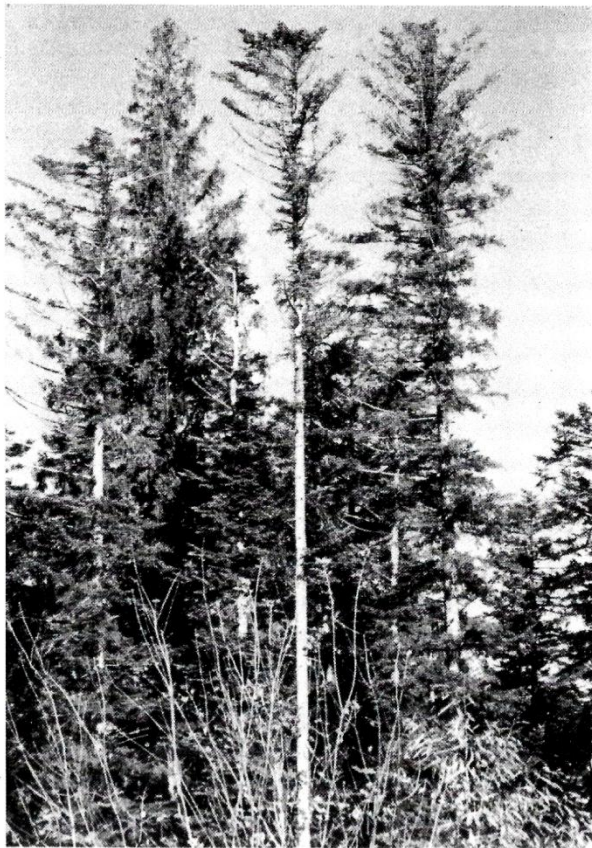
A cura del Prof. P. Schutt, dell'Università di Monaco di Baviera, è stata poi svolta la prima relazione, sulla situazione a livello mondiale, rilevando preliminarmente che la «moria del bosco» («Waldsterben») è una malattia completamente nuova, diversa da tutte le altre: essa è da intendersi come una malattia dell'ecosistema forestale (alberi, microrganismi, suolo, ecc.), che si manifesta in modo improvviso ed assai esteso, dagli alberi, agli arbusti, alle stesse piante erbacee.



L'allarmante eloquenza del manifesto del recente Convegno internazionale di Vallombrosa.



I patologi considerano la «Waldsterben» una malattia complessa, dovuta a molte cause, e la ricerca sulla eziologia di questa nuova avversità deve iniziare dalla sintomatologia: riguardo a questa, va precisato che si verificano differenze a livello locale e regionale, come pure da un anno all'altro. Va inoltre osservato che gli alberi colpiti diventano più sensibili alle normali malattie (fungine, entomatiche, nonché agli stessi rigori invernali), a causa di un indebolimento delle piante le quali risultano perciò più recettive anche ad agenti secondari; in merito ai sintomi principali, il Prof. Schutt ha sottolineato, in particolare, la riduzione del fogliame (o «trasparenza della chioma»), dovuta alla diminuzione del numero di foglie ed a «senescenza precoce» delle piante colpite (la «vecchiaia precoce» dell'Abete bianco comincerebbe infatti a 40-50 anni). Un altro sintomo è costituito dal tasso di mortalità molto più alto nell'apparato radicale (ad esempio, nell'Abete rosso, ecc.), ed in particolare nelle radici fini, come pure un'altra sintomatologia è costituita invece dalla



Nel 1980 ebbero inizio, in Italia, le ricerche sui problemi di inquinamento che si stavano manifestando sulla vegetazione appenninica: il Prof. Clauser mise tempestivamente in rilievo che la situazione appariva preoccupante in particolare per l'Abete bianco, e successivamente anche per le altre specie forestali. Nella foto: Abeti bianchi e Abete rosso gravemente danneggiati nella foresta di Vallombrosa (luglio 1984).

micorrizia molto meno intensa (e ciò, in parallelo con la «trasparenza della chioma»); tutti questi processi diminuiscono l'assunzione di sostanze dall'apparato radicale – ridotto nelle radici fini – con ovvie conseguenze anche sulla chioma.

È stato poi evidenziato dal Prof. Schutt come le «trasparenze della chioma» (su Faggio, Abete bianco, Abete rosso, ecc.) siano rilevabili ormai in tutto l'emisfero settentrionale, e come conseguenze si riscontrino anche per il modello di ramificazione del Faggio, nonché per una senescenza precoce delle foglie.

Sono stati quindi ricordati gli attacchi di insetti e di funghi, quale conseguenza del «Waldsterben» (causa primaria), sottolineando gli effetti sia dell'inquinamento atmosferico, sia dell'ozono, sia dell'eccesso di azoto, come pure dello «stress»: è indubbio che l'inquinamento atmosferico esisteva (in misura assai più ridotta) anche in passato, ma ora il «declino del bosco» si manifesta pure in zone localmente «pulite», dato che gli inquinanti vengono spesso trasportati da molto lontano con le correnti atmosferiche.

Il Prof. Schutt ha poi richiamato il fatto che più di 400 composti organici sono stati riscontrati contemporaneamente nell'aria di una foresta bavarese, ricordando inoltre come nell'atmosfera della zona artica siano stati riscontrati dei componenti tossici, trasportati su così lunghe distanze da altre zone del globo; ha sottolineato inoltre come l'ossido di azoto sia uno dei fattori più importanti per il declino del bosco.

#### Situazione in Italia e ricerche in corso.

Il Prof. R. Gellini, dell'Università di Firenze, ha illustrato poi la situazione in Italia, precisando come la «Società Botanica Italiana» abbia intrapreso, fin dal 1980, una serie di ricerche volte ad accertare la reale consistenza dei danni forestali di nuovo tipo nei boschi italiani ed eventualmente ad indagarne le cause. Le indagini hanno interessato gli studi di carattere chimico (svolti in collaborazione coll'Istituto di Chimica Analitica dell'Università di Firenze), i quali hanno messo in evidenza come, anche in Italia, l'inquinamento atmosferico raggiunga zone lontane da fonti classiche di polluzione; è stata anche valutata l'estensione del fenomeno nel nostro Paese, accertando come in alcune regioni italiane inquinamento atmosferico e declino del bosco siano ormai riscontrabili come negli altri Stati europei più industrializzati.

È stata inoltre effettuata la comparazione della sindrome rilevata nei boschi europei con quella manifestata dalle nostre formazioni forestali; si è proceduto pure all'individuazione di nuove sintomatologie dovute a caratteri morfologici e strutturali nelle specie della





I processi di acidificazione si possono manifestare anche in zone localmente «pulite», dato che gli inquinanti vengono spesso trasportati da molto lontano con le correnti atmosferiche. Nella foto: la zona del Monte Amiata, che è risultata caratterizzata da un'accentuata acidificazione.

regione mediterranea, compiendo infine ricerche nella riproduzione dei danni. Si è in particolare rilevato, in base alle ricerche condotte dal Prof. Gellini, come i danni risultino ben superiori al 5% ed al 7% denunciati dalle relazioni ufficiali: è stata accertata una maggiore acidità del suolo, una riduzione della micorrizia, riscontrando inoltre in molte zone boscate italiane alterazioni alle foglie.

È stata poi constatata una maggiore recettività agli incendi boschivi, in conseguenza dell'anticipato disseccamento dell'apparato fogliare; in merito all'estensione del fenomeno, è stato riscontrato oltre il 50% di danni nelle foreste demaniali toscane, rilevandosi inoltre più danneggiate le latifoglie, rispetto alle conifere.

Forti danni sono stati pure riscontrati nella Valle d'Aosta, nonché nel Friuli-Venezia Giulia, mentre i danni sarebbero aumentati fino al 56% nelle foreste della Svizzera ed al 55% nella Slovenia; di fronte poi ad oltre il 60% di danni nel Canton Ticino, piuttosto sconcertante risulterebbe pertanto la mancanza (secondo i dati ufficiali) di danni nella provincia di Novara, contigua al territorio del Canton Ticino. È indubbio, anche secondo le ricerche del Prof. Gellini, che l'inquinamento atmosferico costituisce una delle cause determinanti del «declino del bosco»: a Firenze ed a Vallombrosa sono stati riscontrati, abbondantissimi, Zolfo, Zinco, Piombo, ecc. La riduzione della biomassa, l'ingiallimento e la perdita precoce di foglie alla fine dell'estate, l'accartocciamento e l'imbrunimento dell'apparato fogliare, costituiscono alcune caratteristiche sintomatologie di questa allarmante malattia; va poi considerato che si riscontra inoltre, nel bosco, un notevole aumento di alghe verdi, sui tronchi, in

conseguenza dell'eutrofizzazione delle acque meteoriche per l'aumento degli inquinanti a base di Azoto.

In merito alle singole specie di piante, è stato ad esempio riscontrato che il Leccio, soprattutto in questi ultimi anni, perde moltissime foglie, mentre aumentano notevolmente gli amenti: questa forte caduta delle foglie (con la persistenza solo di quelle dell'anno in corso), è stata accompagnata da una elevatissima fioritura.

È stato poi rilevato che il polline di piante forestali deperienti è di scarsa germinabilità; si è inoltre constatato che anche l'Abete di Serra San Bruno (prima resistente) risulta ora colpito. Particolarmente interessanti si sono infine rivelate le indagini svolte (sempre a cura del Prof. Gellini) al microscopio elettronico a scansione, le quali hanno messo in evidenza come in natura le strutture di protezione delle foglie (peli, cere, cuticole, epidermidi e stomi) risultano fortemente modificate nelle piante debilitate: tali modificazioni strutturali (da interpretare come fenomeni di senescenza accelerati) sarebbero da addebitare agli effetti degli inquinanti atmosferici, che possono agire in maniera sinergica ed additiva.

È seguita quindi la relazione del Prof. R. Venanzoni, del Dipartimento di Botanica ed Ecologia dell'Università di Camerino, il quale ha illustrato lo stato del suolo in relazione all'inquinamento: in particolare, è stato chiaramente evidenziato il fenomeno dello «stemflow» (flusso d'acqua meteorica che scorre dalle foglie ai rami e via via fino al tronco per depositarsi alla base), soprattutto per le foreste di Faggio, dimostrando che nell'area basale del tronco del faggio (area di drenaggio dello «stemflow») si verificano dei cambiamenti floristici e chimici, nel suolo, rispetto al suolo circostante influenzato solo dal





Il comprensorio del «Parco Nazionale d'Abruzzo» (nella foto: una veduta dal Rifugio «La Difesa», sopra Pescasseroli) si contraddistingue per un minore inquinamento, anche nei suoli.

gocciolio della chioma.

Questi cambiamenti sono chiaramente dovuti all'inizio dei processi di acidificazione determinati dal più elevato contenuto in ioni dell'acqua dello «stemflow», notevolmente modificata dall'inquinamento atmosferico; è stata così opportunamente sottolineata l'importanza dello studio dell'area basale del faggio come «monitor» della situazione di immissione di inquinanti atmosferici nel suolo e come contributo per una migliore conoscenza delle cause che portano al declino del bosco. A seguito delle ricerche effettuate dal Prof. Venanzoni mettendo a confronto foreste di faggio situate in zone lontane da aree industrializzate con altre situate invece in zone normalmente colpite da venti provenienti da tali aree, è stato possibile accertare, per esempio, che si riscontra un'acidificazione spinta a Vallombrosa, al Monte Amiata, nel Casentino, mentre nel Parco Nazionale d'Abruzzo, nella Foresta Umbra, come pure nei boschi di Killarney (ove si trova un Parco Nazionale della Repubblica d'Irlanda), si ha un minore inquinamento, anche nei suoli. Va comunque adeguatamente sottolineata, per il nostro Paese, la grande capacità «tampona»

dei suoli italiani, per la notevole quantità di calcare normalmente presente.

Da parte dei Proff. R. Udisti e F. Pantani (dell'Istituto di Chimica Analitica dell'Università di Firenze) sono state poi illustrate le variazioni nella composizione chimica delle acque meteoriche di Vallombrosa, precisando come il gruppo di ricerca dell'Istituto effettuò questi controlli fin dal 1981, e cioè da quando iniziarono a manifestarsi sulla vegetazione forestale di quello storico complesso quei «danni di nuovo tipo» in qualche modo collegati a fattori ambientali.

In questi anni sono stati così prelevati numerosi campioni (oltre un migliaio) per singoli eventi di deposizione globale presso il vivaio forestale, di percolato attraverso la chioma sia sotto conifere che latifoglie, di percolato lungo il tronco, di deposizione secca. Il «pH», che costituisce il parametro più interessante ai fini della caratterizzazione delle cosiddette «piogge acide» è risultato, nella grande maggioranza dei casi, decisamente basso, indicando così la netta presenza di acidità libera: i valori medi ponderati sono risultati infatti di circa 4,2-4,4, mentre in singoli eventi (specie in occasione di brevi pioviggini) il «pH» è risultato anche



decisamente inferiore a 4.

Va perciò tenuto presente che queste sono effettivamente le condizioni più temibili ai fini di una induzione di «stress» nella vegetazione: si deve infatti considerare, secondo le ricerche dell'Istituto di Chimica Analitica di Firenze, che pH 4 corrisponde, sulla base delle precipitazioni annue, a quasi 5 grammi di acido solforico per metro quadrato di territorio. Anche da parte dei Proff. Udisti e Pantani è stato poi sottolineato che una possibile neutralizzazione delle acque meteoriche può essere determinata dalla presenza di materiale calcareo nel pulviscolo atmosferico, generalmente trasportato da venti dei quadranti meridionali (specie durante le stagioni più calde). È stata inoltre messa in rilievo una notevole differenziazione nella possibilità di dilavamento dalla superficie foliare, in base ai prelievi effettuati sotto la chioma di «*Abies alba*» ovvero di «*Tilia cordata*»: il percolato da latifoglie appare infatti (relativamente al periodo estivo in cui le foglie sono presenti) assai più alcalino. È stato comunque osservato, riguardo alla deposizione secca, che nella campagna 1987-88 il dato medio relativo alla acidità libera è risultato più basso, in quanto nella stagione calda sono mancati i venti meridionali

(e di conseguenza non si è verificata la neutralizzazione per l'azione di materiale calcareo); sono state infine accertate pure notevoli concentrazioni di cloruri e di metalli pesanti, in particolare Piombo e Cadmio di sicura origine antropica.

#### Considerazioni conclusive.

Sulla base delle ricerche e delle osservazioni del Prof. Gellini (acquisite anche attraverso la collaborazione di molti Dipartimenti di Botanica) è stato così valutato che i «danni forestali di nuovo tipo» sono molto più diffusi anche nel nostro Paese, rispetto al 5% indicato dal Ministero dell'Agricoltura e Foreste nel 1985, ed al 7% indicato nel 1986, con la conseguenza di determinare, anche in Italia, un indebolimento complessivo dell'ecosistema forestale: va pure tenuto presente che secondo i forestali svizzeri ed austriaci, i boschi soggetti ad inquinamento atmosferico non sarebbero più in grado di effettuare una efficiente regimazione delle acque, esponendo maggiormente le vallate anche ai rischi di frane ed inondazioni.

Secondo le ricerche effettuate nei boschi del Demanio regionale della Toscana, questi



Una veduta del «Parco Nazionale di Killarney», situato nella Repubblica d'Irlanda.

«danni di nuovo tipo» ammontano (come si è visto) al 50,3%, e sono diffusi più o meno uniformemente in tutti i complessi forestali inventariati; le latifoglie risultano più danneggiate rispetto alle conifere, mentre i danni maggiori sono concentrati nelle zone costiere (dove si trova anche la maggior parte delle industrie inquinanti esistenti nella regione).

Il Prof. Gellini <sup>(?)</sup> ha potuto rilevare come non esista un'unica sostanza esclusiva o principale responsabile dei danni forestali, ma che questi danni sono invece prodotti dall'azione prolungata di miscele di macro e microinquinanti che agiscono secondo sinergismi ancora in parte sconosciuti. Grandi preoccupazioni si devono avere, quindi, anche per il futuro dei boschi dell'Europa meridionale; infatti, mentre nell'Europa centrale (come pure in Giappone) si stanno adottando concreti provvedimenti per limitare l'inquinamento atmosferico (tanto che in talune aree il pH medio delle piogge sarebbe leggermente risalito), in Italia — ha precisato il Prof. Gellini — non si è ancora preso coscienza dell'estrema gravità della situazione e l'acidità delle piogge (intesa come indice della

generale contaminazione ambientale) risulta in continuo aumento, tanto che il pH medio delle piogge solo tre anni fa risultava a Vallombrosa 4,5, mentre oggi sfiora il valore 4 (con punte di 3 ed addirittura di 2!).

È perciò necessario non perdere altro tempo, soprattutto al fine di adottare urgentemente gli indispensabili provvedimenti per ridurre il gravissimo fenomeno dell'inquinamento atmosferico che sta mettendo veramente in pericolo il nostro patrimonio forestale (nonché lo stesso futuro del nostro Pianeta).

---

(?) Del Prof. Gellini vanno citate, fra le altre, queste importanti pubblicazioni sull'argomento: - Romano Gellini - Paolo Grossoni - Filippo Bussotti - «Il deperimento della foresta in Italia» - Natura e Montagna - Anno XXXII n. I - Marzo 1985; Romano Gellini - Fabio Clauser «Prime indagini sul deperimento dei boschi in Italia» - Ministero dell'Agricoltura e Foreste - Collana Verde - 72/1986.

---

#### L'Autore

Giorgio Monti è Segretario della Società Emiliana «Pro Montibus et Silvis» e Consigliere della Sezione di Bologna dell'Associazione Nazionale «Italia Nostra».

---