

# IL DEPERIMENTO DELLA FORESTA IN ITALIA

---

*Romano Gellini  
Paolo Grossoni  
Filippo Bussotti*

## **Introduzione**

Sono molti anni che il nostro gruppo si occupa degli effetti dell'inquinamento ambientale sugli ecosistemi forestali.

È dalla fine degli anni '60 che ci muoviamo fra il disinteresse, e talora l'ostilità, delle autorità non solo politiche ma anche accademiche.

I nostri appelli sulla gravità dello stato di salute di tali ambienti venivano accolti con scetticismo.

Tuttavia erano di conforto le importanti conferme, anche in campo internazionale, sulla validità di questi studi.

*Aspetto della fascia costiera della pineta di San Rossore.*



### La prima serie di ricerche

Iniziammo nel 1968 con le ricerche sul deterioramento della vegetazione costiera dove mettemmo in evidenza che le piante del litorale versiliese morivano quasi nella totalità (fanno eccezione il pittosporo, la fillirea, l'*Erianthus ravennae*) per un sinergismo tra detergenti scaricati in mare dai fiumi inquinati e riportati sulle chiome degli alberi dai venti di libeccio ed i cloruri contenuti normalmente nelle acque marine.

Queste due sostanze, se usate da sole, sono poco pericolose per le piante, ma diventano micidiali quando sono miscelate insieme anche a basse concentrazioni.

La denuncia (GELLINI e PAIERO, 1969) portò all'emanazione della legge n. 125/1971 sui detergenti biodegradabili, dopo di che si è assistito alla ripresa del bosco anche perché, oltre alla diminuzione di detersivi nelle acque superficiali, non si sono avuti frequentemente venti di libeccio di una certa intensità (GELLINI et al., 1981).

Nel 1976 il degrado del bosco ricominciò con maggior intensità rispetto al periodo precedente tanto che, in alcuni casi, si è passati da una fascia di 150-200 m interessata dal fenomeno, ad una di circa 1 Km. Da quell'anno è stato registrato, oltre alla ripresa della normale frequenza del libeccio, anche un nuovo incremento di detersivi nelle acque.

Perdurando questa situazione si può prevedere che nel giro di pochi anni si avrà la totale distruzione della vegetazione litoranea con conseguenze facilmente prevedibili anche per l'entroterra. Come dimostrato dal fiume Serchio, una volta molto inquinato ed oggi quasi pulito, si può ottenere mediante depuratori il disinquinamento anche degli altri corsi d'acqua, e quindi il ripristino di una vegetazione in equilibrio con l'ambiente.

Nel frattempo si auspica la ricostituzione della duna coltivata con specie resistenti, come quelle sopra citate, nonché l'impianto di una fascia protettiva di pino marittimo molto densa laddove è assente (GELLINI et al., 1983).

Infine vorremmo che non si asportassero le piante morte vicino al mare: anch'esse contribuiscono a filtrare i venti inquinati, ma soprattutto costituiscono un monito al visitatore.

In altri paesi del mondo (ci riferiamo a studi eseguiti soprattutto in Francia ed in Australia) si sono verificati fenomeni simili ed i ricercatori che si sono occupati del problema sono tutti giunti a conclusioni analoghe alle nostre.

In Italia è stato solo dopo 15 anni di ricerche e di denunce che la comunità scientifica ha accettato ufficialmente la nostra tesi, come risulta anche dalle conclusioni dei lavori della Commissione istituita dalla Presidenza della Repubblica appositamente per questo problema. Questa Commissione ha iniziato i lavori il 24/4/1982 ed ha impiegato 2 anni per riconoscere la fondatezza della nostra denuncia del 1969.

### I nuovi problemi di inquinamento

Nel 1980 iniziammo una nuova serie di ricerche che, questa volta, interessavano la vegetazione appenninica.

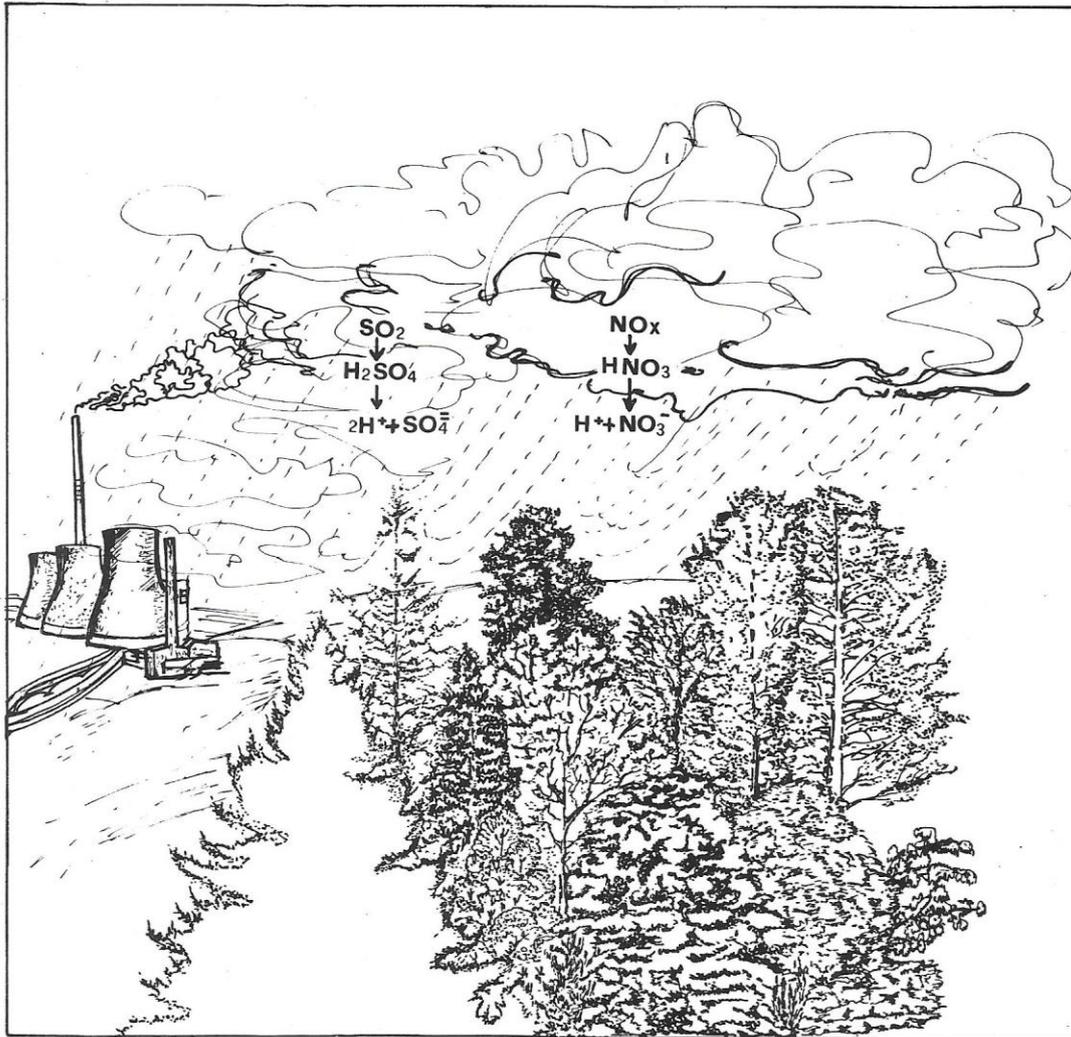
Era dall'inizio degli anni '70 che l'Ispettore Forestale Dott. Fabio Clauser ci avvertiva che nelle piante di abete bianco notava qualcosa di anormale nel modo di vegetare e che soltanto un occhio esperto poteva cogliere.

D'altra parte si veniva via via a conoscere che le abetine dell'Europa centrale, soprattutto quelle tedesche, venivano distrutte da una malattia con una sintomatologia piuttosto tipica che nei paesi di lingua tedesca veniva chiamata «Tannensterben», o moria dell'abete.

I principali sintomi della malattia sono: la diminuzione delle foglie nella chioma per caduta di aghi disseccati o verdi in tutte le epoche dell'anno (le piante colpite conservano solo le ultime generazioni di aghi e le chiome diventano trasparenti); emissione di rami epicormici; formazione in stadio giovanile del cosiddetto «nido di cicogna» (dovuto all'accorciamento dei getti annuali di accrescimento longitudinale); comparsa del cuore bagnato patologico.

A questi sintomi si assommano molte volte quelli dovuti a parassiti animali e vegetali ed a fattori ambientali avversi quali la siccità ed il gelo.

Il decorso della malattia è molto rapido, tanto che in uno o due anni siamo passati, nella RFT, da mezzo milione a due milioni di ettari colpiti, con un'area di diffusione im-



Rappresentazione schematica del meccanismo di formazione delle piogge acide.

mensa, praticamente l'intero emisfero boreale.

Rimanendo in Europa, oltre all'abete bianco sono stati colpiti l'abete rosso, il faggio, la douglasia ed il pino silvestre.

Recentemente si è avuta notizia che anche gli aceri, i frassini e le altre latifoglie risultano attaccate.

Da quel momento il «male ignoto» è stato denominato «Waldsterben», cioè «moria del bosco», in quanto non sono più le singole piante forestali ad essere colpite ma è il bo-

sco nel suo insieme a denunciare uno stato di sofferenza.

In Italia dopo le prime denunce effettuate da Clauser (1980 e 1981), da noi (FINESCHI e GELLINI, 1982; GELLINI, 1982), oltre che da Raddi (1983) tutto è passato nella completa indifferenza: si preferiva dare la colpa al modo di gestione del bosco da parte dei vari Amministratori.

Siamo arrivati nel 1984 quando la situazione è letteralmente scoppiata: non solo sono risultate attaccate le specie comuni all'Europa centrale, ma anche quelle più propriamente peculiari delle nostre regioni: all'abete, al peccio, alla douglasia, al pino silve-



*Abete bianco a Vallombrosa. Si notino i rami principali secchi e l'abbondante emissione di rami epicormici.*

stre, al faggio, al larice si sono affiancate le querce (sia quelle caducifoglie che sempreverdi), i carpini, i ciliegi, i noci, i sorbi, gli aceri, i tigli, i salici, il maggiociondolo, gli ontani, il tasso, il pino marittimo, il pino d'Aleppo, il pino cembro, e, in alcuni casi, anche arbusti quali la rosa, il biancospino, la sanguinella.

Anche piante notoriamente invadenti e di grande rusticità come la robinia e l'ailanto mostrano ampi segni di sofferenza.

A Vallombrosa negli ultimi anni sono stati tagliati oltre 80.000 abeti bianchi morti per questa «malattia»; il faggio ha cominciato a mostrare segni di sofferenza nel 1982, ed in quell'anno la «malattia» era circoscritta ad alcune decine di esemplari. Schütt (compagnone) riconobbe nei faggi di Vallombrosa i sintomi del Waldsterben e fece previsioni pessimistiche per il futuro. Purtroppo quelle previsioni si sono realizzate perché nel 1983 il deperimento del faggio interessa-

va già alcune centinaia di piante e da quest'anno è presente in forma grave e diffusa praticamente su tutta la dorsale appenninica.

Le latifoglie hanno sintomatologie tipiche specie per specie, tuttavia si possono mettere in evidenza alcuni comportamenti abbastanza costanti:

- ingiallimento e riduzione della chioma;
- arricciamenti e necrosi fogliari;
- caduta precoce delle foglie;
- emissione di nuovi getti autunnali dopo una defogliazione estiva totale o parziale. Su questi nuovi getti le foglie hanno spesso dimensioni ridotte e forme diverse rispetto a quelle originali;
- mancato allungamento dei rami secondari e foglie portate su brachiblasti, tanto che i rami assumono un tipico aspetto «a frusta».



*Rami epicormici sull'abete rosso.*



*Accartocciamento e necrosi in foglie di faggio colpite.*

Il deperimento, negli anni scorsi limitato alle sole formazioni montane, da quest'anno interessa in forma diffusa tutta la Toscana, e colpisce anche le formazioni litoranee e collinari. Tuttavia al momento attuale non si sono trovati danni sugli elementi della macchia mediterranea.

Da un sopralluogo effettuato con l'elicottero intorno alla metà del mese di settembre si sono evidenziati i danni maggiori in prossimità delle stazioni di crinale.

Oltre alla Toscana, i danni sono stati segnalati con certezza anche nell'Appennino emiliano-romagnolo, nell'Appennino umbromarchigiano, diffusamente nelle Marche, nel Parco d'Abruzzo, nel Trentino-Alto Adige e, più recentemente, in Calabria sull'Aspromonte.

Data però l'estrema frammentazione delle notizie in nostro possesso non si può escludere che l'area di diffusione della malattia sia in realtà molto più vasta. È per questo che il Corpo Forestale dello Stato ha promos-

so un censimento dei danni su tutto il territorio nazionale. I primi risultati di quest'indagine saranno disponibili nei prossimi mesi.

Continuare a pensare che una moria così diffusa e con una sintomatologia abbastanza caratteristica possa essere dovuta a malattie parassitarie o anche a cause ambientali quali il freddo e la siccità è fuori dalla logica delle cose.

Infatti anche se molti insetti e molte crittogame si ritrovano negli alberi deperienti, questi intervengono su piante già debilitate per altre cause finora ignote. Né si può pensare ad attacchi da freddo o da siccità quando vengono colpite piante notoriamente resistenti al freddo od al deficit d'acqua, come ad esempio il cerro e la roverella, o quando non appaiono relazioni in dipendenza delle differenze di stazione, di clima e di altitudine.

Pertanto si deve concludere, come gli autori tedeschi, che deve trattarsi di un fenomeno patologico di tutto l'ecosistema bosco e non di un accumulo casuale di svariate e note malattie delle piante.

Sulle stesse cause che provocano i danni ci sono poche differenze di opinione. I tedeschi affermano, senza ombra di dubbio, che responsabili della moria sono le «impurità dell'aria» anche se le modalità d'azione risultano diversificate.

Le principali ipotesi avanzate per spiegare il fenomeno sono:

— Ipotesi degli stress.

Le piante verrebbero debilitate dalla prolungata esposizione a basse concentrazioni di inquinanti la cui azione può manifestarsi anche a distanza di decenni. Le piante, così indebolite, non sono più in grado di difendersi da attacchi parassitari (si hanno infatti infestazioni di parassiti secondari) e sono sensibilizzate nei confronti degli estremi termici e della siccità;

— Ipotesi dell'ozono.

Si tratta di un tipico inquinante fotochimico prodotto dalle grandi concentrazioni urbane, che può provocare sia un danno diretto che indiretto con l'indebolimento della pianta;

— Ipotesi della deposizione acida.

Le sostanze acidificanti (ossidi di zolfo e di azoto) possono depositarsi sul fogliame e sul terreno sia per via secca che per via umida.

La deposizione secca si ha durante tutto l'anno, e le sostanze che la costituiscono esercitano la loro azione quando vengono solubilizzate dalla rugiada o dalla nebbia. La deposizione umida si ha durante le precipitazioni ed assume il nome ormai noto di «piogge acide». L'acidificazione delle piogge si può avere sia a livello di circolazione generale dell'inquinamento, sia a livello del dilavamento dell'aria durante l'evento piovoso. L'azione delle piogge acide può essere diretta, cioè con l'alterazione delle strutture fogliari di protezione, oppure indotta, cioè acidificando il terreno. In questo caso si ha la liberazione di ioni tossici, come ad esempio l'alluminio, dal complesso colloidale del terreno. Questi ioni vanno ad intossicare le radici fini, rendendo la pianta particolarmente soggetta a stress idrici.

Come si può vedere, in ogni caso tutte le ipotesi riconoscono l'importanza fondamentale dell'inquinamento atmosferico.

Per dovere di cronaca si deve riportare che sono stati chiamati in causa anche l'inquinamento elettromagnetico e gli shock termici. Tuttavia queste ipotesi non hanno avuto finora dimostrazioni plausibili.

È stato solo nell'agosto 1984 che, in seguito ad un corso di aggiornamento per ispettori del C.F.S. tenutosi a Vallombrosa, il problema è uscito dalla ristretta cerchia degli addetti ai lavori ed il dibattito ha cominciato ad interessare i mass-media ed il mondo politico. Tutto ciò avviene in Italia con diversi anni di ritardo rispetto a quanto è già avvenuto negli altri paesi industriali. Fino ad ora infatti accadeva che i nostri rappresentanti riferissero in sede comunitaria che le piogge acide in Italia non c'erano ed i boschi erano in ottima salute.

### Le nostre sperimentazioni

La nostra attività, condotta in collaborazione con il prof. F. Pantani dell'Istituto di Chimica Analitica dell'Università di Firenze ed il prof. A. Onnis del Dipartimento di Scienze Botaniche dell'Università di Pisa, è consistita nell'approfondimento dei seguenti punti:

a) Analisi delle piogge in tre località della Toscana (PANTANI et al., 1977; 1984).

Le stazioni di campionamento sono state poste a Firenze (in centro ed in periferia); a S. Rossore (a diverse distanze dal mare) e a Vallombrosa (in località scoperta ed al riparo di un'abetina).

Nella grande maggioranza dei casi le precipitazioni sono risultate nettamente acide con pH inferiore a 5,6 (valore di equilibrio con l'anidride carbonica dell'aria).

A Firenze, nella stagione fredda, il pH è costantemente ristretto attorno al valore 4. Una lieve differenza fra centro e periferia (da 4,1 a 4,4) può essere attribuita all'inquinamento tipicamente urbano da impianti di riscaldamento e di traffico veicolare.

Una grossa differenza si ritrova poi fra le piogge normali e le fini piovigginie. In quest'ultime la concentrazione di tutti gli inquinanti risulta costantemente assai più elevata, e si sono rilevati valori di pH = 3,3.

Acidità fortissime, con pH spesso inferiori a 3,5 sono stati rilevati con una certa conti-



*Forte riduzione della chioma nel cerro.*

nuità a S. Rossore a 3 Km dalla costa. Questa acidità è costantemente accompagnata da contenuti anormalmente alti di metalli pesanti, soprattutto piombo e cadmio.

Nella zona più vicina al mare, dove si registra il deperimento della pineta descritto all'inizio, l'acidità della pioggia è di regola neutralizzata dall'influenza del mare.

A Vallombrosa nel mese di febbraio 1984 tutte le piogge hanno avuto pH oscillanti intorno a 4 all'aperto, e regolarmente inferiori a 4 sotto le chiome di un'abetina. Normalmente quest'ultime sono più ricche anche di solfati e metalli, il che dimostra che le chiome degli alberi intercettano sostanze dall'atmosfera che possono venir dilavate dalla pioggia ma possono essere anche assorbite dalle piante, come è stato dimostrato per i tigli di Viale Belfiore a Firenze (GELLINI e CAVALLI, 1978).

Nel mese di maggio, sempre a Vallombrosa, il pH è risalito a causa dei venti di sciroc-

co che trasportano le sabbie alcaline del Sahara. È interessante notare che, durante le libecciate, si risente a Vallombrosa l'effetto del mare in quanto il cloro, il sodio ed il magnesio presentano fra loro gli stessi rapporti dell'acqua marina.

Il fatto di trovare un pH nettamente acido anche in una località montana come Vallombrosa, distante decine di Km da zone intensamente industrializzate e urbanizzate, costituisce un ulteriore indice del trasporto di inquinanti da regioni assai lontane: evidentemente nelle nostre regioni l'acidità ambientale costituisce un fenomeno ormai di fondo.

Opinioni contrastanti esistono circa la relativa preponderanza dell'acidità solforica o di quella nitrica. Durante la stagione fredda nel comprensorio di Firenze si ritrova quasi costantemente un rapporto di 5:1 a favore dell'acidità solforica; nella stagione calda si ha un rapporto più favorevole allo ione nitrate e, anche nella zona di Vallombrosa i nitrati rappresentano circa 1/3 del totale.

b) Definizione dei caratteri morfologici della provenienza di Serra San Bruno dell'abete bianco.

Questa provenienza si dimostra resistente alla moria non solo a Vallombrosa ma anche nell'Europa centrale.

Da nostre indagini si può senz'altro affermare che la provenienza di Serra San Bruno si differenzia notevolmente dalla forma tipo non solo per i caratteri fisiologici (per es. maggior accrescimento diametrico), ma anche per alcuni caratteri morfologici (lunghezza e larghezza degli aghi, linee stomatofere nella pagina superiore delle foglie, numero di stomi per unità di superficie, maggiore ricchezza di cere cuticolari).

Da questi dati si può ipotizzare di trovarsi di fronte ad una varietà se non proprio ad una sottospecie.

c) Somministrazione di piogge acide simulate.

La somministrazione di piogge acide simulate da pH = 4 a pH = 1 è stata eseguita in modo da interessare il solo apparato aereo di semenzali di abete bianco di diversa provenienza.

Si è dimostrato che la morte delle piante si riscontra solo a pH bassissimi, con maggior resistenza per la provenienza di Serra San Bruno.

A pH acidi si ha lo scalzamento delle cuticole e l'irregolare funzionamento degli stomi, per cui le piantine vengono rese suscettibili non solo agli stress idrici ma anche agli attacchi di parassiti.

d) Indagini sulla tossicità dell'alluminio nelle radici fini. Sulle radici fini di abete bianco in bosco, colpito ma ancora vivo, abbiamo ritrovato un elevato contenuto di alluminio. Questo dato è in accordo con quanto ritrovato da Sanesi (com. verbale) che ha riscontrato, rispetto a 10 anni fa, un incremento di alluminio nella superficie di scambio del terreno, e da Balloni (com. verbale) che ha messo in evidenza un suo aumento di acidità.

Basandosi su questi dati abbiamo impiantato una nuova sperimentazione per indagare sull'azione tossica dell'alluminio nei confronti dell'apparato radicale di provenienze centro-settentrionali di abete bianco. La sperimentazione ha dimostrato che a pH = 3 e

con somministrazione di alluminio alle radici, queste si riducono enormemente (fino a 5-6 volte rispetto al controllo), si atrofizzano ed in qualche caso muoiono.

e) Esperienze di colture a vari pH.

Questa sperimentazione, condotta dal prof. Onnis, ha riguardato le plantule di *Juncus acutus* L., che si sono dimostrate molto sensibili alle variazioni di pH dei substrati.

Semi di questa specie, che già si era rivelata un ottimo bioindicatore nei confronti di alcuni metalli pesanti, posti a germinare in acqua a pH da 7 a 3, hanno dato origine a plantule che non presentano anomalie fino a pH = 5; per contro, quando l'acidità del substrato giunge a pH = 4 si osservano necrosi dei meristemi degli apici radicali, la crescita della radice è quasi totalmente impedita e non si sviluppano i peli radicali.

Infine, a pH = 3 la germinazione avviene ma la pianta muore immediatamente dopo.

## Conclusioni

Pur avendo compiuto delle esperienze che sembrano convalidare l'importanza delle piogge acide (abbiamo rilevato anche che molti danni si sono manifestati o accentuati dopo le piogge dell'ultimo agosto) non ci sentiamo ancora in grado di ricavare delle conclusioni di carattere generale, ma sentiamo il dovere di sensibilizzare l'opinione pubblica su questo grave e vitale problema. Il riconoscimento di questa gravità rappresenta la premessa per concretizzare urgenti misure di difesa.

Crediamo che tutti si rendano conto di quello che vorrebbe dire la distruzione del bosco:

- qualità dell'aria compromessa;
- riduzione delle acque, soprattutto quelle potabili;
- riduzione del ruolo di protezione del terreno, con possibilità di alluvioni catastrofiche;
- riduzione del ruolo igienico-sanitario;
- riduzione della produzione legnosa.

Ancora prima di avere la prova definitiva della nocività degli inquinanti sul bosco, è necessario procedere alla riduzione degli ossidi di zolfo e di azoto (come anche prescrive una direttiva CEE) ed alla eliminazione

del piombo dalle benzine. Altrimenti arriveremo troppo tardi!

#### BIBLIOGRAFIA

- CLAUSER F. (1980) - *Una nuova moria dell'abete bianco a Vallombrosa*, Monti e Boschi, 6: 95-97.
- CLAUSER F. (1981) - *Ancora sulla moria dell'abete bianco*, Monti e Boschi, 6: 51-55.
- FINESCHI S., GELLINI R. (1982) - *Il Tannensterben o moria dell'abete*, Inf. Bot. It., 14: 6-13.
- GELLINI R., PAIERO P. (1969) - *Osservazioni preliminari sulle cause del deperimento di alcune pinete litoranee costiere*, Boll. Ing., 17: 24-27.
- GELLINI R., CAVALLI S. (1978) - *Inquinamento da piombo in alberi di tiglio*, Giorn. Bot. It., 113: 464.
- GELLINI R., PANTANI F., BUSSOTTI F., RACANELLI E. (1981) - *Sulla degradazione della vegetazione litoranea nella tenuta di San Rossore*, Inquinamento, 23, (10): 27-30.
- GELLINI R. (1982) - *Importanza delle piante nella depurazione dell'acqua e dell'aria*, Convegno *Il messaggio di S. Francesco e l'Ecologia*, La Verna (AR): 91-105.
- GELLINI R., PANTANI F., GROSSONI P., BUSSOTTI F., BARBOLANI E., RINALLO C. (1983) - *Survey of the deterioration of the coastal vegetation in the park of San Rossore in central Italy*, Eur. J. For. Path., 89: 319-332.
- PANTANI F., CELLINI P., RACANELLI E., SIGG G. (1977) - *Composizione chimica dell'acqua di pioggia nel comprensorio fiorentino*, Inquinamento, 9: 3-11.
- PANTANI F., BARBOLANI E., DEL PANTA S., BUSSOTTI F. (1984) - *Rilevamento di piogge acide in comprensori della Toscana*, Rassegna Chimica, 3: 135-141.
- RADDI P. (1983) - *Allarme in Europa: il bosco è malato e muore*, Monti e Boschi, 6: 13-18.

---

#### Gli Autori:

Prof. R. Gellini, dott. P. Grassoni, dott. F. Bussotti,  
Dipartimento di Biologia Vegetale, Botanica Agraria e Forestale, P.zzale Cascine, 28, Firenze.

---