

Sezione Speciale: Atti 5° Congresso SISEF: Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie  
(a cura di: Lingua E, Marzano R, Minotta G, Motta R, Nosenzo A, Bovio G)

## Prove preliminari di antagonismo di funghi endofiti contro *Diplodia corticola* e indicazioni gestionali per il contenimento del deperimento delle querce

Campanile G <sup>(1)</sup>, Campanile D <sup>(2)</sup>, Nigro M <sup>(1)</sup>, Mannerucci F <sup>(1)</sup>, Ruscelli A <sup>(1)</sup>, Luisi N\* <sup>(1)</sup>

(1) Dipartimento di Biologia e Patologia vegetale, Università degli Studi, Via G. Amendola 165/A - 70126 Bari; (2) Settore Foreste, Regione Puglia, Via Corigliano 1 - 70123 Bari - \*Corresponding author: Nicola Luisi (luisin@agr.uniba.it)

**Abstract:** Preliminary antagonistic tests of endophytic fungi against *Diplodia corticola* and silvicultural practices to contrast oak decline. In southern Italy, many oak stands have been affected by the decline syndrome attributed to several biotic and abiotic causes. Various fungal microorganisms, such as *Diplodia corticola* A.J.L. Phillips, Alves & Luque, were found to be associated with the syndrome, demonstrating either an endophytic asymptomatic or a pathogenetic behaviour, or both, in succession. The objective of this study was to examine a first series of *in vitro* tests conducted on the antagonistic activity of some endophytic fungi belonging to the species *Trichoderma viride* Pers.: Fries, *Epicoccum nigrum* Link., *Fusarium tricinctum* (Corda) Sacc., *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) De Bary and *Cytospora* sp. towards *D. corticola*. These endophytic fungi were obtained from four declining oak woods in Southern Italy. A secondary aim was to define a correct silvicultural interventions to contain decline in the oak stands from which the fungi were extracted.

**Keywords:** Oak, Decline, Fungi, Endophytes, Silvicultural treatment, Southern Italy.

Received: Jan 10, 2006 - Accepted: Mar 01, 2006

**Citation:** Campanile G, Campanile D, Nigro M, Mannerucci F, Ruscelli A, Luisi N, 2006. Contenimento del deperimento delle querce in alcuni boschi dell'Italia meridionale mediante interventi biologici e selvicolturali. Forest@ 3 (1): 78-85. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

### Introduzione

Il genere *Quercus* nelle regioni temperate e temperato-calde dell'emisfero boreale, comprende circa 300 specie di alberi e arbusti con foglie persistenti, semipersistenti o caduche, molte delle quali sono diffuse in Europa. In Italia, le formazioni più diffuse sono proprio rappresentate dai boschi a prevalenza di specie caducifoglie del genere *Quercus* (27% della superficie forestale totale), seguono i boschi a prevalenza di *Fagus sylvatica* L. (12%) e quelli di altre latifoglie mesofite e mesotermofite (12%) a prevalenza di specie del genere *Acer*, *Carpinus*, *Ostrya* e *Fraxinus* (Bologna et al. 2004 - Tab. 1). Negli ultimi decenni le cenosi quercine sono state interessate da una grave sindrome nota come "deperimento delle querce",

diffusa nell'intero areale italiano delle querce ed in quello di numerosi Paesi europei ed extraeuropei (Fig. 1 - Luisi 2001, Moreira et al. 1999, Ragazzi et al. 2000, Sicoli et al. 1998, Thomas et al. 2002). In Italia le specie più interessate dal deperimento sono *Quercus cerris* L. e *Q. pubescens* Willd. che costituiscono cedui puri e/o misti, nonché, fustaie di grande valore naturalistico e paesaggistico nell'Appennino meridionale. I fattori coinvolti nel deperimento sono numerosi, e di diversa natura: abiotici, biotici ed antropici, che assumono ruoli diversi, agendo come predisponenti (abbandono o errata conduzione colturale, pascolamento irrazionale, condizioni edafiche sfavorevoli, competizione radicale, anomalie meteoriche), scatenanti (susseguirsi di annate siccitose, diffusione di

**Tab. 1** - Estensione delle superfici forestali italiane suddivise in tipologie fisionomiche in Italia (Bologna et al. 2004).

Categoria fisionomica	Superficie	
	ha	%
Boschi a prevalenza di querce caducifoglie	2.134.733	27
" " altre latifoglie mesofite e mesoxerofite native	973	12
" " faggio	960	12
" " abete bianco e/o rosso	779	9
" " leccio e sughera	781	9
Macchia bassa e garighe	715	9
Boschi a prevalenza di pini montani e oromediterranei	404	5
" " larice e/o pino cembro	298	3
Macchia alta	278	3
Boschi a prevalenza di castagno	158	3
" " pini mediterranei	157	2
" " latifoglie non native	135	1
" " latifoglie igrofiti	73	0
" " conifere non native	11	0
Totale	7.862.937	100

parassiti animali e vegetali particolarmente aggressivi) o concomitanti (incendi, tagli abusivi, diffusione di parassiti di debolezza capaci di aggravare lo stato di salute di piante già fortemente debilitate - Luisi 2001, Manicone et al. 1993). Tra i fattori biotici che assumono rilevanza ci sono alcuni funghi endofiti capaci di comportarsi da patogeni di debolezza fra cui *Diplodia corticola* A.J.L. Phillips, Alves & Luque, *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.), O. Kuntze, *Discula quercina* (West) von Arx e *Phomopsis quercina*

(Sacc.) Höhn (Anselmi et al. 2000, Cellerino et al. 2002, Franceschini et al. 2002). Ad altri funghi endofiti appartenenti ai generi *Acremonium*, *Cytospora*, *Epicoccum*, *Fusarium* e *Trichoderma* sono attribuite proprietà antagonistiche nei confronti dei suddetti patogeni (Cellerino 1996; Ragazzi et al., 1996; Maddau et al., 2005). Nel campo forestale l'impiego di fungicidi e, più in generale di fitofarmaci di natura chimica è da sempre circoscritto all'ambito vivaistico, e alla forme più

**Fig. 1** - Querceto deperiente della Murgia barese visto dall'alto.

**Tab. 2** - Caratteristiche stazionali dei querceti indagati e indici di deperimento medio. a = Dati forniti dal Servizio Idrografico della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Ufficio di Bari (a') e Napoli (a''); b = Da Cantore et al. (1987); c = Da Ciancio (1971).

Località	Ordinamento culturale	Altitudine (m s.l.m.)	Esposizione prevalente	Pendenza media (%)	T media (°C)	Precipitazione media annua (mm)	Indice di deperimento medio
"Difesa Grande" Gravina in Puglia (Bari)	Ceduo invecchiato	450	SE	10	15.0 (a')	610 (a')	1
"Valle Franca" Dragoni (Caserta)	Ceduo matricinato	480	SW	30	14.0 (a'')	1320 (a'')	0
"Bosco Grancia" Brindisi di Montagna (Potenza)	Ceduo invecchiato	750	SE	35	12.5 (b)	790 (b)	1
"Bosco della Cava" San Donato di Ninea (Cosenza)	Ceduo invecchiato	850	NE	45	12.5 (c)	1590 (c)	1

intensive di arboricoltura da legno, per ragioni non solo tecnico-economiche ma soprattutto di ordine ambientale, per gli effetti deleteri che l'uso indiscriminato degli stessi produrrebbe sugli ecosistemi forestali (Covassi 1996). Considerate le peculiari caratteristiche del nostro territorio boschivo, in gran parte collinare e montano, l'importanza strategica del patrimonio forestale nazionale ed il ruolo polifunzionale di molti popolamenti di conifere e latifoglie (naturali o seminaturali), la lotta biologica contro gli organismi nocivi alle piante forestali rappresenta una prospettiva di difesa potenzialmente in grado di garantire una protezione eco-compatibile del patrimonio boschivo. Risultati promettenti sono stati ottenuti, di recente, utilizzando funghi antagonisti in prove di lotta biologica contro i marciumi radicali delle piante forestali da *Heterobasidion annosum* Fr. (Bref). e *Armillaria* spp. (Anselmi et al. 2001, Nicolotti & Gonthier 2005). In particolare, per *H. annosum* l'attività antagonistica dei basidiomiceti lignicoli *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) Kummel e *Ptychogaster rubescens* Bound, emersa in prove preliminari, è stata confermata da risultati ottenuti in prove *in vivo* utilizzando come riferimento positivo anche un isolato fungino di *Phle-*

*biopsis gigantea* (Fr.) Jülich, un antagonista già commercializzato nell'Europa settentrionale con la denominazione Rotstop (Sicoli et al. 2001). Anche contro il cancro corticale del castagno da *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr sono stati eseguiti numerosi interventi di lotta biologica basati sulla diffusione di ceppi ipovirulenti locali del patogeno (Zambonelli et al. 1993, Antonaroli & Maresi 1995, Mannerucci et al. 2001).

Scopo del presente lavoro, condotto nell'ambito del Progetto Nazionale "Ruolo degli endofiti fungini nel deperimento delle querce", è stato quello di valutare l'attività antagonistica di alcuni endofiti appartenenti alle specie *T. viride*, *E. nigrum*, *F. tricinctum*, *A. alternata*, *S. sclerotiorum* e al genere *Cytospora* sp. verso *D. corticola* riscontrati in precedenti studi in 4 boschi deperienti. Nella presente nota sono riportate anche le indicazioni gestionali da adottare negli stessi boschi.

## Materiali e Metodi

### *Boschi esaminati e isolati fungini utilizzati*

In 4 boschi dell'Italia meridionale, oggetto di studi da alcuni anni per il reperimento della micoflora

endofitica associata al deperimento delle querce (Mannerucci et al., 2003), sono stati effettuati dei sopralluoghi allo scopo di valutare le condizioni eco-fisiologiche dei soprassuoli considerati. I suddetti boschi sono ubicati in quattro regioni dell'Italia meridionale: Basilicata (Bosco Grancia, Brindisi di Montagna, Potenza), Campania (Valle Franca, Dragoni, Caserta), Calabria (Bosco della Cava, San Donato di Ninea, Cosenza) e Puglia (Difesa Grande, Gravina in Puglia, Bari). Le principali caratteristiche stazionali di tali querceti e gli indici di deperimento sono riportati in tab. 2. Il "Bosco Grancia" è un ceduo di *Q. cerris* (60 %) e *Q. pubescens* (40 %) rado e pascolato di circa 50 anni di età con sottobosco di *Crataegus monogyna* Jacq., *Ligustrum vulgare* L., *Rosa canina* L., *Cystus scoparius* Lk. e *Asparagus acutifolius* L. Il "Bosco della Cava", è un ceduo invecchiato di *Q. cerris* (55 %) e *Q. pubescens* (45 %) rado e pascolato, di circa 40 anni di età in cui si rinviene *Ostrya carpinifolia* Scop., *C. monogyna*, *Pyrus amygdaliformis* Vill. e *Spartium junceum* L. Il bosco "Difesa Grande" è un ceduo di oltre 40 anni di età avviato a fustaia costituito mediamente da *Q. cerris* (40 %), *Q. frainetto* Ten. (40 %) e *Q. pubescens* (20 %), con sottobosco a prevalenza di *Sorbus domestica* L., *L. vulgare*, *C. monogyna*, e *Cystus villosus* P. Il bosco "Valle Franca", è un ceduo matricinato di *Q. cerris* (80 %) e *Q. pubescens* (20 %) in cui si rinviene anche la presenza di *Fraxinus ornus* L., *S. domestica*, *C. monogyna* e *Ruscus aculeatus* L. Nei suddetti querceti la chioma delle specie quercine presenti è popolata da una comunità di funghi endofiti che include miceti ad attività patogenetica più o meno spiccata (*D. corticola*, *D. quercina*) ed altri quali *T. viride*, *E. nigrum*, *F. tricinctum*, *A. alternata*, *S. sclerotiorum* e *Cytospora* sp. ad attività potenzialmente antagonista (Ubaldo et al., dati in corso di pubblicazione).

#### Valutazione dell'attività antagonistica in vitro di funghi endofiti contro *D. corticola*

L'attività antagonistica di *T. viride*, *E. nigrum*, *F. tricinctum*, *A. alternata*, *S. sclerotiorum* e *Cytospora* sp. verso *D. corticola* è stata valutata utilizzando due metodologie: il metodo degli accrescimenti (Anselmi et al. 1992) e quello delle interazioni ifali (Badalyan et al. 2002). Per entrambi i metodi per ogni coppia di microrganismi da saggiare (antagonista/patogeno) sono state allestite cinque piastre Petri contenenti ciascuna 20 ml di agar-patata-destrosio (PDA). In ciascuna piastra così preparata sono stati collocati sterilmente due cilindretti di agar di 6 mm di diametro, posti equidistanti dal bordo della piastra e tra

loro colonizzati, rispettivamente, dal micelio dell'antagonista da saggiare e del patogeno. Tali cilindretti sono stati prelevati dal margine di piastre madri di 4 giorni di età. Nel testimone il micelio di *D. corticola* è stato confrontato con agar sterile; le piastre così ottenute sono state incubate in termostato a 25 °C ed in assenza di luce. Per il metodo degli accrescimenti, dopo 24 ore dall'inoculazione è stato misurato l'accrescimento radiale delle due colonie lungo due direttrici tra loro ortogonali. I rilievi sono continuati fino a quando le colonie del testimone raggiungevano il margine della piastra. L'inibizione percentuale dell'accrescimento (I) è stata calcolata applicando la seguente formula:

$$I = (R.M.-r.m.) / R.M. \times 100$$

dove *r.m.* è il raggio delle colonie in direzione dell'antagonista e *R.M.* è la media dei tre raggi della colonia nelle altre direzioni. I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente, previa trasformazione angolare, mediante Anova e test di Duncan. Nel metodo delle interazioni ifali, ogni due giorni sono state valutate le tipologie di interazioni tra i funghi antagonisti e *D. corticola* per un periodo complessivo di due mesi. A tal fine è stata considerata una scala proposta da Badalyan et al. (2002) (Tab. 3) e l'indice di antagonismo (*I.A.*) è stato calcolato utilizzando la seguente formula:

$$I.A. = \sum (N \times V)$$

dove *N* è la frequenza di ciascuna tipologia di interazione e *V* è il valore numerico attribuito alla tipologia di interazione.

#### Risultati

Nei querceti oggetto di studio sono state riscontrate condizioni edafiche non ottimali, cure colturali inadeguate e un progressivo stato di abbandono, con conseguente diminuzione della resistenza delle piante verso i funghi endofiti patogeni come *D. corticola*. I boschi più colpiti dal deperimento sono i cedui invecchiati, specialmente se abbandonati e non avviati ad alto fusto. Infatti la conversione del ceduo a fustaia rappresenta l'obiettivo prioritario da conseguire, ma richiede una fase transitoria di interventi tesi alla graduale e tempestiva riduzione del numero dei polloni. Il semplice abbandono può costituire un momento assai critico, soprattutto per quei popolamenti che già versano in condizioni di scarsa vigoria vegetativa (Ciancio 1990). E' noto, infatti, che in condizioni pedoclimatiche estreme i boschi cedui, invecchiando vanno incontro ad una precoce stasi incrementale sinto-

**Tab. 3** - Caratteristiche delle interazioni ifali e valori numerici attribuiti secondo la scala di Badalyan et al. (2002).

Tipologie di interazioni ifali	Caratteristiche	Valori numerici
A	Arresto della crescita delle colonie per contatto con reciproca inibizione.	1
B	Arresto a distanza senza contatto miceliare.	2
C	Crescita di una colonia sull'altra senza arresto iniziale.	3
CA1	Parziale crescita di una colonia sull'altra dopo arresto iniziale per contatto.	3
CA2	Completa crescita di una colonia sull'altra dopo arresto iniziale per contatto.	4
CB1	Parziale crescita di una colonia sull'altra dopo arresto iniziale a distanza.	4
CB2	Completa crescita di una colonia sull'altra dopo arresto iniziale a distanza.	5

matica di uno squilibrio sempre più accentuato tra apparato radicale e parte epigea che può sfociare in manifestazioni fitopatologiche ma che potrebbe invece essere mitigata da opportuni diradamenti (Manicone & Luisi 1991, Manicone et al. 1993, Campanile & Manicone 1999, Campanile & Cocca 2005). Pertanto, allo scopo di mantenere il più possibile gli ecosistemi forestali in equilibrio e contenere il deperimento, grande importanza assumono gli interventi selvicolturali, che si possono riassumere essenzialmente in: diradamento dei soprassuoli più densi, con bruciatura e/o allontanamento di materiale legnoso non utilizzabile; tramarrature di ceppaie intristite; avviamento alla conversione dei cedui invecchiati con rilascio delle migliori matricine e rinfoltimento delle radure ricche di vegetazione erbacea eliofila. La valutazione dell'attività antagoni-

stica dei funghi endofiti verso *D. corticola* ha dato risultati differenti con i due metodi. I risultati ottenuti con il metodo degli accrescimenti, riportati in tab. 4, evidenziano che l'isolato *T. viride* è particolarmente efficace nel ridurre lo sviluppo miceliare di *D. corticola*, mentre modesta è stata la riduzione causata da tutti gli altri funghi, con l'eccezione di *F. tricinctum* che non ha ridotto in maniera significativa la crescita di *D. corticola*. Nello studio delle interazioni fra le colonie sono state osservate 3 tipologie di interazioni: CA2, CB1, e A, a conferma di quelle riscontrate da Badalyan et al. (2002) (Tab. 5). Con *F. tricinctum* l'interazione di tipo CB1 è stata preceduta da un arresto a distanza 4 giorni dopo l'inoculazione e, successivamente, da una crescita parziale sulle colonie di *D. corticola*. Sebbene tutti i funghi abbiano mostrato una certa attività antagonistica, questa è ri-

**Fig. 2** - Interazioni ifali tra colonie di *D. corticola* e di *Cytospora* sp., *T. viride* e *F. tricinctum* di tipo A (in alto a sinistra), di tipo CA2 (in alto a destra) dopo 30 giorni di incubazione e di tipo CB1 dopo 8 giorni (in basso a sinistra) e dopo 30 giorni (in basso a destra) allevate in capsule Petri contenenti un substrato agarizzato incubate in termostato a 23±1 °C.



**Tab. 4** - Percentuali di riduzione dell'accrescimento radiale delle colonie di *D. corticola* determinata dai funghi antagonisti. Sulle colonne, a valori seguiti dalla medesima lettera, corrispondono valori significativamente non differenti per  $p=0.05$ , secondo il test di Duncan; \*: Colonie di *D. corticola* cresciute in assenza di antagonisti.

Funghi antagonisti	<i>D. corticola</i> Riduz. accr. (%)
<i>T. viride</i>	28.5 A
<i>Cytospora</i> sp.	19.2 AB
<i>E. nigrum</i>	16.7 AB
<i>A. alternata</i>	9.5 AB
<i>S. sclerotiorum</i>	5.7 AB
<i>F. tricinctum</i>	4.2 BC
Testimone*	0.0 C

sultata elevata da parte di *F. tricinctum* e *T. viride*, più moderata da parte degli altri funghi (vedi Tab. 5). I differenti risultati conseguiti possono essere spiegati considerando l'impostazione delle prove sperimentali. Nel metodo degli accrescimenti ifali la valutazione dell'interazione patogeno/antagonista è stata effettuata misurando gli accrescimenti radiali delle due colonie e pertanto il parametro più importante per la valutazione dell'attività antagonistica è stato la velocità di accrescimento delle colonie fungine. Di conseguenza *T. viride*, con velocità di crescita uguale a quella del testimone, ha manifestato una efficace

**Tab. 5** - Tipologie di interazioni ifali e valori dell'indice di antagonismo riscontrati *in vitro* tra alcuni antagonisti e *D. corticola*.

Combinazione antagonista/ patogeno	Tipologia di interazione ifale	Indice di antagonismo
<i>T. viride</i> / <i>D. corticola</i>	CA2	18
<i>F. tricinctum</i> / <i>D. corticola</i>	CB1	16
<i>Cytospora</i> sp. / <i>D. corticola</i>	A	4
<i>E. nigrum</i> / <i>D. corticola</i>	A	4
<i>A. alternata</i> / <i>D. corticola</i>	A	4
<i>S. sclerotiorum</i> / <i>D. corticola</i>	A	4

competitività, mentre *F. tricinctum*, caratterizzato da un accrescimento più lento, ha evidenziato un'attività antagonistica quasi nulla. Nel secondo metodo sono state considerate solo le interazioni ifali patogeno/antagonista e quindi isolati fungini come *T. viride* e *F. tricinctum*, nonostante le velocità di crescita differenti, hanno mostrato, entrambi, elevata capacità di contenimento. In base ai risultati ottenuti il metodo delle interazioni ifali è risultato il più efficace per la valutazione delle proprietà antagonistiche degli isolati fungini.

## Discussione

I soprassuoli quercini indagati hanno evidenziato i segni di un diffuso e generalizzato deperimento fisiologico verificatosi alla fine degli anni '90-inizio del 2000, (piante disseccate, deperienti, emissione di rami epicormici lungo il fusto, accrescimenti vegetativi stentati, clorosi fogliare, chioma trasparente ecc.). A tal proposito risulta quanto meno opportuno effettuare tagli fitosanitari e tramarrature di vecchie ceppaie per consentire l'emissione di polloni vigorosi e sani e migliorare in tal modo le condizioni ecofisiologiche dei soprassuoli considerati. Campanile & Manicone (1999), hanno dimostrato l'effetto positivo dei tagli fitosanitari e delle tramarrature di ceppaie in alcuni querceti deperienti della Puglia, in agro di Cassano delle Murge (Bari), di Laterza e Mottola (Taranto), ecc. Tali interventi di riduzione della densità del soprassuolo hanno incrementato le disponibilità idriche e trofiche delle singole piante che risultano quindi più vigorose e resistenti alle annate particolarmente siccitose. Il deperimento è più grave nei boschi non trattati selvicolturalmente rispetto ad altri, nelle stesse condizioni, ma trattati razionalmente (Luisi & Manicone 1991). Sempre nell'ambito delle misure dirette alla prevenzione del deperimento, si ribadisce ancora una volta l'opportunità da parte dei tecnici forestali di riconsiderare sotto l'aspetto ecologico-selvicolturale, i vari motivi che per molto tempo hanno portato a trascurare l'applicazione delle classiche norme di igiene forestale. Tra le numerose azioni che in passato venivano eseguite nei boschi, si ricordano quelle che prevedevano il tempestivo allontanamento di piante, o parti di esse, morte o seriamente danneggiate da avversità climatiche o biotiche (Giordano 1993, Manicone et al. 1993). Su queste scelte sicuramente ha influito l'onerosità delle stesse operazioni. Dallo screening effettuato *in vitro* è emerso che *T. viride* e *F. tricinctum* hanno esplicato una elevata azione antagonistica verso *D. corticola*. Se questi risultati saranno confermati *in planta*, in serra

e in pieno campo, sarà possibile mettere a punto tecniche di lotta biologica contro endofiti coinvolti nel deperimento delle querce. A tal fine sarà opportuno caratterizzare i metaboliti prodotti da *T. viride* e *F. tricinctum* e studiare la capacità di penetrazione attiva o passiva degli stessi all'interno della pianta. Ricerche fatte da Schulz e colleghi (Schulz et al. 1995, Schulz et al. 1999), su un gran numero di endofiti di piante erbacee e arboree hanno dimostrato che la produzione in coltura di metaboliti secondari supera almeno due volte quella di funghi fitopatogeni isolati dalle stesse piante. Gli autori hanno altresì dimostrato che questi metaboliti possono influire positivamente sulle attività fisiologiche della pianta esercitando un'azione protettiva con la produzione di metaboliti attivi verso parassiti vegetali e animali. Chiarire le complesse interazioni tra piante e funghi endofiti e i meccanismi biochimici e fisiologici che le determinano, così come è avvenuto per i funghi fitopatogeni negli ultimi decenni, rimane uno dei principali obiettivi della ricerca in questo campo (Graniti 2002). Nella consapevolezza che almeno nel breve termine per contenere il fenomeno del deperimento, sia improponibile un ricorso esclusivo ai mezzi biologici, sono da privilegiare gli interventi selvicolturali. Infatti, una corretta gestione forestale meno legata a rigidi schemi, bensì più attenta alle variabili auxometriche e alle condizioni stagionali, assicurerebbe alle piante le migliori condizioni possibili per ostacolare il comportamento patogenetico di alcuni funghi endofiti come *D. corticola*.

## Bibliografia

- Anselmi N, Nicolotti G, Sanguinetti G (1992). Antagonismo *in vitro* di *Trichoderma* spp. contro *Basidiomycetes* agenti di marciumi radicali di piante forestali. *Monti e Boschi* 2: 57-59.
- Anselmi N, Luisi N, Tannini A, Mazzaglia A, Vetturino AM (2000). Agenti di marciumi radicali e di cancri in piante forestali in Italia meridionale: problematiche e possibilità di interventi integrati. Atti del convegno: "Innovazioni nella difesa di piante agrarie e forestali con mezzi di lotta biologica e integrata." Programma operativo multi-regionale A 24, Misura 2, Napoli, 13 dicembre 1999, 23-42.
- Anselmi N, Vannini A, Mazzaglia A, Vettraino AM, Graziani V, Spigno P, Bianco M (2001). Cancro corticale e mal dell'inchiostro del castagno e marciumi radicali delle piante forestali in Campania: problematiche ed esperienze di lotta integrata. In: Atti del Convegno Nazionale Progetto P.O.M. A24 "Innovazione della difesa delle ma-
- lattie di piante agrarie e forestali con mezzi di lotta biologica e integrata". Cisternino (BR), 21-23 novembre 2001, 123-145.
- Antonaroli R, Maresi G (1995). Modalità e costi di un intervento di lotta biologica contro il cancro del castagno. *Monti e Boschi*, 40 (1): 41-44.
- Badalyan SM, Innocenti G, Garibyan NG (2002). Antagonistic activity of xylophilic mushrooms against pathogenic fungi in dual culture. *Phytopathologia Mediterranea* 41: 200-225.
- Bologna S, Chirici G, Corona P, Marchetti M, Pugliese A, Munafo M (2004). Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti seminaturali in Italia. Settima Conferenza Nazionale ASITA, Roma.
- Campanile D, Manicone RP (1999). Interventi di miglioramento di querceti deperienti della Murgia barese e tarantina. In: Atti del II Congresso S.I.S.E.F. "Applicazioni e Prospettive per la Ricerca Forestale Italiana" (Bucci G, Minotta G, Borghetti M eds), Bologna, Ottobre 1999, pp. 299-303.
- Campanile G, Cocca C (2005). I boschi della Puglia: caratteristiche e problematiche. *Forest@ 2* (2): 172-177. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- Cantore V, Iovino F, Pontecorvo G (1987). Aspetti climatici e zone fitoclimatiche della Basilicata. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ecologia e Idrologia forestale. Pubblicazione n. 2, Cosenza, pp. 49.
- Cellerino GP (1996). Attualità e prospettive nella lotta biologica ed integrata contro parassiti fungini delle piante forestali. *Informatore Fitopatologico* 1: 13-17.
- Cellerino GP, Gennaro M, Gonthier P (2002). Caratterizzazione di comunità fungine in Farnia e Cerro in differenti condizioni sanitarie. *Micologia Italiana*, 31 (1): 52-59.
- Ciancio O (1971). Sul clima e sulla distribuzione altimetrica della vegetazione forestale in Calabria. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo* vol. II: 321-370.
- Ciancio O (1990). La gestione del bosco ceduo: analisi e prospettive. *Italia Forestale Montana* 1: 5-10.
- Covassi M (1996). Lotta biologica ed integrata per la difesa delle piante forestali. *Informatore fitopatologico* 1: 5-12.
- Franceschini A, Maddau L, Marras F (2002). Osservazioni sull'incidenza di funghi endofiti associati al deperimento di *Quercus suber* e *Q. pubescens*. Atti Convegno nazionale: "L'endofitismo di funghi e batteri patogeni in piante arboree e arbustive." Sassari, Tempio Pausania, Maggio 2001, pp. 313-322.
- Giordano E (1993). Selvicoltural practices in Oak woods for their conservation. In: *Recent Advances in Studies on Oak Decline, Proceedings of an International Congress*

- (Luisi N, Lerario P, Tannini A eds), Selva di Fasano (Brindisi), September 15-18, 1992. Dipartimento Patologia vegetale, Università, Bari, Italy, pp. 323-328.
- Graniti A (2002). L'endofitismo nei funghi: un adattamento ecologico o un modo di vita? In: Atti del Convegno Nazionale "L'endofitismo di funghi e batteri patogeni in piante arboree e arbustive". Sassari, 19-21 Maggio 2002, pp. 11-22.
- Luisi N, Manicone RP (1991). Aspetti epidemiologici di micromiceti associati al deperimento di querceti in Italia meridionale. In: Atti del Convegno "Problematiche fitopatologiche del genere *Quercus* in Italia". Firenze, 19-20 novembre 1990, pp. 110-116.
- Luisi N (2001). Problematiche patologiche dei boschi e dei nuovi impianti in Italia meridionale. Accademia Italiana di Scienze Forestali 49-50: 113-150.
- Maddau L, Linaldeddu BT, Franceschini A (2005). Antagonistic interactions between fungal endophytes and pathogens involved in oak decline. Atti del XII Congresso Nazionale S.I.Pa.V. Villa San Giovanni (RC), Ottobre 2005 (in corso di stampa).
- Manicone RP, Luisi N (1991). Il deperimento delle querce in Italia meridionale: tentativi di contenimento. Italia Forestale Montana 46: 341-355.
- Manicone RP, Mannerucci F, Luisi N, Lerario P (1993). Influenza di fattori ambientali ed antropici sul deperimento dei Querceti dell'Italia meridionale. Atti del Convegno: "La flora e la vegetazione spontanea in Puglia nella scienza, nell'arte e nella storia". Bari, 22-23 Maggio, 1993, pp. 163-171.
- Manicone RP, Sicoli G, Luisi N (1993). Decline control in a mixed oak wood by various thinning grades. In: Recent Advances in Studies on Oak Decline, Proc. of an Int. Congr. (Luisi N, Lerario P, Tannini A eds), Selva di Fasano (Brindisi), September 15-18 1992. Dipartimento Patologia vegetale, Università, Bari, Italy, pp. 345-355.
- Mannerucci F, Sicoli G, Bianco MC, Pavone E, Metaliaj R, Luisi N (2001). Interventi di lotta biologica contro *Cryphonectria parasitica* in castagneti di Puglia e Calabria. In: Atti del Convegno Nazionale Progetto P.O.M. A24 "Innovazione della difesa delle malattie di piante agrarie e forestali con mezzi di lotta biologica e integrata". Cisternino (BR), 21-23 novembre 2001, pp. 101-122.
- Mannerucci F, Ubaldo R, Campanile G, Giove SL, Gatto A, Sicoli G, Luisi N (2003). Occurrence of endophytic fungi in the crown of oak trees in Southern Italy. Journal of Plant Pathology 85: 309.
- Moreira AC, Ferraz JFP, Clegg J (1999). The involvement of *Phytophthora cinnamomi* in cork and Holm oak decline in Portugal. First International Meeting on *Phytophthora*s in forests and wildland ecosystem. IUFRO working Party 7.02.09, Grants Pass, Oregon, USA, Agosto 1999, pp. 132-135.
- Nicolotti G, Gonthier P (2005). Stump treatment against *Heterobasidion* with *Phlebiopsis gigantea* and some chemicals in *Picea abies* stand in the western Alps. Forest Pathology, 35: 365-374.
- Ragazzi A, Moricca S, Vagniluca S, Dellavalle I (1996). Antagonism of *Acremonium mucronatum* towards *Diplodia mutila* in tests *in vitro* and *in situ*. European Journal Forest Pathology, 26: 235-243.
- Ragazzi A, Moricca S, Dellavalle I, Turco E (2000). Decline of oak species in Italy: problems and prospective. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, Italy, pp. 39-75.
- Schulz B, Sucker J, Aust. HJ, Krohn K, Ludewig K, Jones PG, Doring D (1995). Biologically active secondary metabolites of endophytic *Pezizula* species. Mycol. Res. (99): 1007-1015.
- Schulz B, Römmert AK, Dammann U, Aust HJ, Strack D (1999). The endophyte-host interaction: a balanced antagonism? Mycol. Res. 103 (10): 1275-1283.
- Sicoli G, De Gioia T, Luisi N, Lerario P (1998). Multiple factors associated with oak decline in southern Italy. Phytopathologia Mediterranea 37: 1-8.
- Sicoli G, Mannerucci F, Trigona L, De Sario G, Siciliano P, Luisi L, Lerario P (2001). Impiego di funghi antagonisti nella lotta contro i marciumi radicali di piante forestali in Italia meridionale. In: Atti del Convegno Nazionale Progetto P.O.M. A24 "Innovazione della difesa delle malattie di piante agrarie e forestali con mezzi di lotta biologica e integrata". Cisternino (BR), 21-23 novembre 2001, pp. 81-99.
- Thomas FM, Blank R, Hartman G (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. Forest Pathology, 32: 277-307.
- Zambonelli A, Della Valle E, Govi G (1993). Dinamica di *Cryphonectria parasitica* dopo interventi di lotta biologica. Proceedings of the International Congress on Chestnut. Spoleto, October 20-23 1993, pp. 495-499.