

**UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI FIRENZE**

**FACOLTÁ DI AGRARIA**

**CORSO DI LAUREA DI I° LIVELLO IN SCIENZE FORESTALI ED  
AMBIENTALI**

(classe delle Lauree in Scienze e Tecnologie agrarie, agroalimentari e forestali)

**IL “CANCRO CARBONIOSO” NELLE SUGHERETE DEL  
MONTE PISANO**

Relatore: Chiar. mo Prof. Alessandro Ragazzi

Correlatore: Dott.ssa Elena Turco

Tesi di Laurea di: Duccio Cannoni

A.A. 2004/2005

*A Carla, Mauro e  
Andrea*

## ***Ringraziamenti***

*Desidero ringraziare la Dott.ssa Elena Fantoni, Maurizio Masetti, e il Dott. Roberto Naruducci e tutto il Comune di San Giuliano Terme – Ufficio Gestione Ambiente e Territorio, per avermi seguito e aiutato durante tutte le fasi dello studio. Un grande ringraziamento va anche a Celeste Vizzuso e alla Dott.ssa Elena Turco per la disponibilità, i consigli e soprattutto per la pazienza che hanno avuto nei miei confronti. Un grazie va a tutta la mia famiglia, in particolare a mia madre che mi ha sempre incoraggiato ed ha reso possibile intraprendere questa avventura, a mio padre che, con il sorriso e con il suo animo allegro ha reso meno duri i momenti difficili e mio fratello Andrea che, anche se a suo modo, mi è sempre stato vicino.*

*Spero di averli resi felici ..... questa tesi è un regalo per loro.*

*Desidero ringraziare Arianna, una persona che in questi ultimi anni ha condiviso con me ogni momento, sia le gioie che le delusioni e che mi ha sempre aiutato quando ne avevo più bisogno. È stata una compagna fantastica.*

*Un grazie va a Michele e Francesca con cui ho condiviso le mie esperienze e le preoccupazioni e che mi hanno sempre saputo consigliare le scelte migliori da fare.*

*Infine desidero ringraziare tutti gli amici ed i compagni che hanno reso più dolce e allegra la mia vita universitaria, in particolare un abbraccio ad Alessio, Gabriele, Marco, Simone, Bastiano, Lello e Tiziano.*

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	pag. 1
	<b>1.1 IL MONTE PISANO</b>	pag. 1
	<b>1.1.1 inquadramento generale</b>	pag. 1
	<b>1.1.2 Geologia e geomorfologia</b>	pag. 3
	<b>1.1.3 Clima</b>	pag. 4
	<b>1.1.4 La vegetazione</b>	pag. 5
	<b>1.2 LE SUGHERETE DEL MONTE PISANO</b>	pag. 6
	<b>1.3 STATO FITOSANITARIO</b>	pag. 7
	<b>1.4 <i>BISCOGNIAUXIA MEDITERRANEA</i></b>	
	<b>(De NOT) KUNTZE</b>	pag. 8
	<b>1.4.1 Generalità sugli endofiti</b>	pag. 9
	<b>1.4.2 <i>Xylariaceae</i></b>	pag. 10
	<b>1.4.3 Caratteristiche morfologiche e ciclo</b>	
	<b>biologico di <i>Biscogniauxia mediterranea</i></b>	pag. 12
<b>2</b>	<b>SCOPO DELLA TESI</b>	pag. 17
<b>3</b>	<b>MATERIALI E METODI</b>	pag. 18
	<b>3.1 MONITORAGGIO DELLE SUGHERE</b>	pag. 18
	<b>3.2 ISOLAMENTI DI LABORATORIO</b>	pag. 21
	<b>3.2.1 Isolamento da stroma</b>	pag. 21
	<b>3.2.2 Isolamenti da legno</b>	pag. 22
	<b>3.3 INTERVISTE</b>	pag. 23

<b>4</b>	<b>RISULTATI</b>	pag. 24
	<b>4.1 AREE MONITORATE E DATI</b>	pag. 24
	<b>4.1.1 Monitoraggio are 1 “le Cave”</b>	pag. 24
	<b>4.1.2 Monitoraggio area 2 “Il Mirteto”</b>	pag. 26
	<b>4.1.3 Monitoraggio area 3 “al Castagno”</b>	pag. 28
	<b>4.1.4 Monitoraggio area 4 “sentiero dal Castagno ad Asciano</b>	pag. 29
	<b>4.1.5 Monitoraggio area 5 “Villa Bosniaski”</b>	pag. 31
	<b>4.1.6 Monitoraggio dell’area sottoposta ad incendio</b>	pag. 32
	<b>4.1.7 Dati riassuntivi del monitoraggio</b>	pag. 35
	<b>4.2 RISULTATI DEGLI ISOLAMENTI</b>	pag. 37
	<b>4.2.1 Isolamenti da stroma</b>	pag. 37
	<b>4.2.2 Isolamenti da legno</b>	pag. 38
	<b>4.3 INTERVISTE</b>	pag. 39
<b>5</b>	<b>DISCUSSIONI E CONCLUSIONI</b>	pag. 41
	<b>Bibliografia</b>	pag. 46

# **1 INTRODUZIONE**

## **1.1 IL MONTE PISANO**

### **1.1.1 Inquadramento generale**

Il Monte Pisano è il rilievo che emerge a separare la pianura di Pisa a sud e la piana di Lucca a nord, tra le valli del Serchio e dell'Arno (Fig. 1). Nonostante la ridotta estensione e l'altezza modesta della cima più alta (917 m s.l.m. del Monte Serra) presenta caratteristiche tali da poter essere indicato come un vero e proprio massiccio montuoso (Rapetti 2000).

Dal punto di vista amministrativo la superficie è divisa tra le province di Lucca e Pisa, ed interessa i comuni di Capannori, San Giuliano Terme, Calci, Vicopisano e Buti. Una vasta area, di circa 4870 ha, posizionata nel settore orientale a cavallo tra le due province toscane, costituisce ai sensi della L.R. 56/2000 il "SIR 27 Monte Pisano". È da ricordare inoltre la presenza lungo il versante pisano di cinque Aree Naturali Protette d'Interesse Locale (ANPIL): il "Monte Castellare" nel comune di San Giuliano Terme, la "Valle delle Fonti", la "Stazione Relitta di Pino laricio", la "Serra Bassa" nel comune di Buti e la "Valle del Lato" nel comune di Calci (Rapetti 2000).

Le aree protette site nel comune di San Giuliano Terme sono state istituite nel dicembre del 1997 e comprendono le due zone denominate "Valle delle Fonti e "Monte Castellare" (Fig. 2).

L'area protetta della Valle delle Fonti ha un'estensione di 195 ha ed è stata istituita con l'intento di salvaguardare la parte più significativa di una valle ricca di sorgenti acquifere sfruttate fin dal XIV secolo per l'approvvigionamento idrico della città di Pisa. L'ambiente naturale presenta aspetti vegetazionali significativi che vanno da estese pinete a Pino marittimo, usate dalla Repubblica Marinara Pisana per la costruzione delle navi, a castagneti che per secoli hanno fornito alimento alle popolazioni montane; le zone con un'esposizione più soleggiata sono occupate dagli oliveti con i caratteristici terrazzamenti delimitati da muri a secco.

Con una superficie di 237 ha il Monte Castellare conserva un interessante insediamento etrusco-medioevale, tuttoggi in fase di scavo e studio, e i ruderi della dimora della famiglia Bosniaski, situata in una posizione dalla quale è possibile

dominare un suggestivo panorama che spazia dalle colline livornesi ai monti di La Spezia, fino alle isole dell'arcipelago toscano.

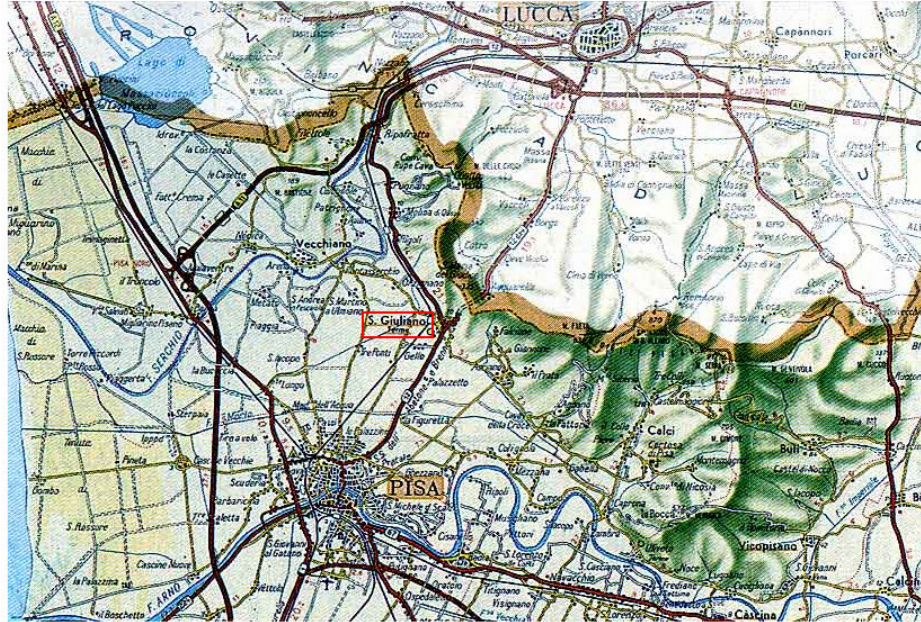


Fig. 1: Cartografia del Monte Pisano compreso nella Provincia di Pisa, nel riquadro in rosso il Comune di San Giuliano Terme dove si è svolto il monitoraggio

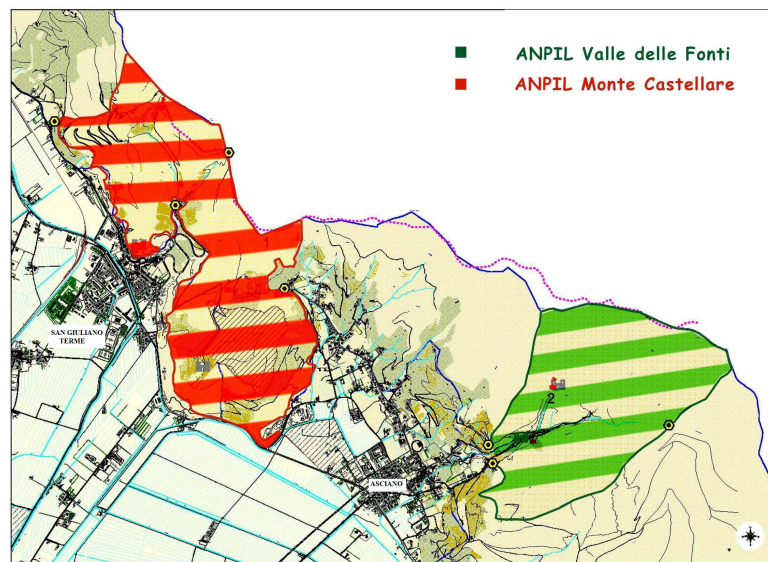


Fig. 2: ANPIL comprese nel Comune di San Giuliano Terme

## 1.1.2 Geologia e geomorfologia

Il massiccio dei Monti Pisani presenta una figura piuttosto irregolare che si allunga secondo un'asse con direzione che va da nord-ovest a nord-est tanto da presentare due versanti ad esposizione opposta: quello pisano rivolto a ponente e meridione, e quello lucchese che guarda a levante e settentrione; entrambi sono poi incisi da numerose valli e vallecole. La Valle del Guappero, che penetra all'interno del massiccio e divide il rilievo in due plessi ben distinti: la porzione ad est risulta più ripida e scoscesa con forte estensione sul lato pisano, mentre la porzione ad ovest si estende fino al fiume Serchio (Rapetti 2000).

Il Monte Pisano si colloca lungo un allineamento geologico noto come “dorsale medio toscana” che attraversa longitudinalmente la regione delle Alpi Apuane sino alla Montagnola Senese e i Monti di Monticiano e Roccastrada. Procedendo da nord-ovest verso sud-est, attraverso il Monte, si osservano tre unità tettoniche sovrapposte, ovvero:

- *Falda Toscana*
- *Unità di Santa Maria del Giudice*
- *Unità di Monte Serra*

Per quanto riguarda la natura del substrato litologico si può affermare che nella zona a nord-ovest, dove si localizzano le unità tettoniche di Falda toscana e Unità di Santa Maria del Giudice, sono maggiormente diffuse le rocce di natura carbonatica. Nel settore sud-orientale prevalgono invece rocce di natura silicea, riferibili soprattutto all'Unità di Monte Serra, con la sola eccezione di alcune formazioni carbonatiche localizzate (Rapetti 2000).

Diffuso lungo il versante sud-occidentale è il fenomeno delle “Sassaie”, colate di detrito mobile a blocchetti spigolosi prive in superficie di materiale interstiziale che si osservano al piede di affioramenti quarziticci (Rapetti 2000).

Secondo la natura del substrato litologico, dall'acclività del versante e da altri fattori, si hanno formazioni pedologiche di composizione e profondità diverse; nei terreni delle quote più elevate, ricchi di scheletro e che hanno per matrice rocce di natura silicea di difficile alterazione, la forte pendenza favorisce il trasporto ed il dilavamento, ostacolando quindi la formazione di uno strato di terreno sufficientemente



profondo; dove il substrato litologico è costituito da scisti ed arenaria, facilmente alterabili, si possono formare terreni di profondità e fertilità maggiori, dotati di una buona permeabilità, ma scarsamente provvisti di elementi nutritivi. Nelle zone in cui il calcare risulta abbastanza puro il paesaggio è dominato da affioramenti rocciosi (Rapetti 2000).

### **1.1.3           Clima**

Il Monte Pisano ha un clima temperato umido con aridità estiva, in cui la temperatura media del mese più freddo è compresa tra -3° e 18°C, e quella del mese più caldo è maggiore di 22°C.

Dalla carta dei tipi climatici, dedotti dall'Indice di Umidità Globale, il territorio risulta corrispondente a tre zone climatiche distinte, caratterizzate tutte da tipi umidi. La temperatura media dell'aria nelle stazioni di Lucca, Pisa e Pontedera, è di 14-15°C, mentre sul Monte Serra scende a 10°C; il mese più caldo risulta luglio sia in pianura che sulla cima del Monte Serra con valori compresi tra i 23-24°C; gennaio è invece il mese più freddo con valori termici intorno ai 2°C (Rapetti 2000).

Il regime pluviometrico è di tipo submediterraneo, con il minimo delle precipitazioni nei mesi estivi e il massimo nei mesi autunnali; i valori pluviometrici nella valle dell'Arno sono di circa 950 mm annui, anche se salendo di quota si osserva un progressivo aumento delle precipitazioni, fino ad arrivare al valore di 1252 mm annui sul Monte Serra, aumento dovuto all'effetto orografico esercitato dal rilievo (Rapetti 2000).

La distribuzione delle precipitazioni è diversa a seconda del versante considerato: le differenze più sensibili si riscontrano tra il versante settentrionale e quello meridionale, per il quale è stato registrato il 25% in meno delle precipitazioni avvenute sul versante lucchese. Ciò è dovuto alla diversa situazione termica esistente tra i due versanti, dove quello a sud presenta, ovviamente, una esposizione più soleggiata.

#### 1.1.4 La vegetazione

La copertura vegetale appare assai diversificata e costituita da numerose fitocenosi che possono essere inserite essenzialmente nella serie del leccio ed in quella del bosco misto di caducifoglie. In molti settori del territorio, comunque, la vegetazione naturale è stata sostituita dalla pineta, dal castagneto o dal robinieto quando non dalle colture agrarie (Bertacchi *et al.* 2003).

Nella serie della lecceta compaiono sia il bosco di leccio che le sue forme di degradazione a macchia o gariga. Queste tipologie vegetazionali sono distribuite prevalentemente nei settori occidentali dei rilievi, su substrato calcareo.

Le specie che più frequentemente vi si trovano, oltre a *Quercus ilex* L. sono: *Arbutus unedo* L., *Cornus sanguinea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Cupressus sempervirens* L., *Erica arborea* L., *Laurus nobilis* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Phyllirea angustifolia* L., *Phyllirea latifolia* L., *Pinus pinaster* Aiton., *Pistacia lentiscus* L., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus suber* L. (Bertacchi *et al.* 2003).

Nella maggior parte dei casi il bosco ha lasciato il posto alla macchia; essa ospita con buona frequenza anche *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Cistus monspeliensis* L., *Erica scoparia* L. oltre a numerose altre specie già precedentemente indicate (Tomei 2000). In aggiunta, si registra, se pur in aree limitate, una commistione fra *Quercus ilex* L. e *Cupressus sempervirens* che costituisce un tipo di bosco assai peculiare (Bertacchi *et al.* 2003).

Nelle aree percorse da incendi spesso si sviluppa una macchia assai particolare costituita da *Ulex europea* L., comunemente indicato, nella zona, con il nome di Ginepro spagnolo; la specie peraltro è presente anche altrove ed in particolare nelle pinete, dove spesso rappresenta un elemento tipico del sottobosco. Dopo il fuoco che frequentemente distrugge la pineta si ricostituisce una copertura vegetale che generalmente può evolvere verso il bosco di caducifoglie termofile, più raramente verso quello di sclerofille sempreverdi (Bertacchi *et al.* 2003).

Dove anche la macchia scompare si insedia la gariga ricchissima di diverse entità, tra cui si ricordano: *Artemisia alba* Turra, *Euphorbia spinosa* L., *Globularia punctata* Lapeyr., *Helichrysum stoechas* L., *Iris chamaeiris* Bertol, *Micromeria juliana* L., *Ruta chalepensis* L., *Teucrium* sp. (Tomei 2000).

## 1.2 LE SUGHERETE DEL MONTE PISANO

Nell'ambito di boschi di sclerofille compaiono anche le fitocenosi a sughere; queste costituiscono un soprassuolo abbastanza rado, luminoso, che consente di conseguenza una maggiore presenza delle specie eliofile (Bertacchi *et al.* 2003).

Le sugherete si instaurano in zone a discreta pendenza, prevalentemente su substrato siliceo o su terreni poco profondi e fortemente lisciviati. Mentre il leccio è indifferente al substrato geologico, la quercia da sughero è una specie più spiccatamente silicicola e, contrariamente alla prima, sembra colonizzare meglio ambienti fortemente degradati dove la capacità concorrenziale del leccio sembra ridursi. I presupposti per lo sviluppo ed il mantenimento della cenosi in questione si potrebbero ascrivere ai ripetuti incendi, ritenuti tra i maggiori responsabili della degradazione del bosco sclerofillo di *Quercus ilex*, con il conseguente impoverimento del suolo, nonché alle condizioni climatiche particolari e alla natura geologica del substrato (Bertacchi *et al.* 2003).

Tali cenosi non sembrano riferibili ad altre associazioni già note per la Toscana; strutturalmente si osservano un piano arboreo in cui domina *Quercus suber* con copertura interrotta, ed un piano arbustivo relativamente denso a *Arbutus unedo* e *Erica arborea*. Il piano arbustivo inferiore è poco sviluppato e le specie maggiormente presenti sono *Cistus villosus* L., *Phillyrea angustifolia*, *Erica scoparia*, *Myrtus communis*, la copertura del suddetto strato erbaceo è tuttavia trascurabile ed il numero di specie presenti ridotto (Bertacchi *et al.* 2003).

Un'altra cenosi molto interessante è quella tra la sughera e il suo ibrido *Quercus morisii* Borzì., originatasi dall'incrocio tra *Quercus ilex* e *Quercus suber*. Dal punto di vista morfologico si presenta come una pianta con caratteristiche intermedie, con corteccia che si avvicina a quella della sughera per la screpolatura, ma se ne dissocia per lo spessore molto limitato del sughero e per le sue caratteristiche, quali consistenza legnosa, rigida e porosa. Le foglie sono molto simili a quelle del leccio, coriacee, allungate e di colore verde intenso. Il frutto è di forma ovoidale, con cupola circondante la metà del frutto e squame superiori allungate ottuse, mentre quelle inferiori sono strettamente appressate, ma con caratteristiche intermedie tra leccio e sughera.

### 1.3 STATO FITOSANITARIO DELLE SUGHERETE

I boschi con prevalenza di sughere si dislocano per la gran parte nella zona del Monte Castellare, sito nel comune di San Giuliano Terme. Qui formano popolamenti di piccole dimensioni, frammentati, misti con querce caducifoglie (*Quercus pubescens*, *Quercus cerris* L.) lecci (*Quercus ilex*), pini (*Pinus pinaster*) e diverse specie arbustive.

Lo stato fitosanitario delle sughere non sembra essere buono. I vari popolamenti, infatti, appaiono degradati e sono numerosi gli individui in evidente stato di stress o addirittura senescenti. Turco *et al.* nel 2004 indicavano come le sugherete della stessa zona in passato fossero un popolamento molto più cospicuo ridotto oggi ad un numero limitato di individui. Tale fenomeno, secondo gli stessi autori, va ricondotto ad uno stato di sofferenza degli individui di *Q. suber* prevalentemente dovuto alla progressiva diminuzione delle precipitazioni negli ultimi 15 anni; a peggiorare ulteriormente tale situazione di stress ha contribuito in maniera decisiva il ripetuto passaggio di incendi nell'area del Monte Castellare e la forte e prolungata siccità estiva verificatasi nel 2003. Come conseguenza dell'indebolimento delle sughere si è sviluppata, a partire dal 2000, una sempre più vasta infezione dovuta a *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze, agente patogeno responsabile del "Cancro carbonioso". Il microrganismo, considerato come un patogeno opportunisto, potendo approfittare dello stato di stress degli individui, ha causato numerosi disseccamenti i quali, oltre a portare ad una diminuzione nel numero delle sughere, possono rappresentare un focolaio per lo sviluppo di incendi boschivi.

Per il contenimento della malattia, e per la salvaguardia delle piante dell'ANPIL, sono stati eseguiti interventi di bonifica fitosanitaria. L'intervento ha avuto inizio nel maggio del 2000 all'interno del popolamento di querce localizzato nella frazione di Asciano, del San Giuliano Terme, in cui è stata individuata un'area centrale di 300 mq, dove le piante di *Quercus suber* e *Quercus morisii* presentavano, lungo le fessurazioni corticali del fusto e delle branche, uno stroma miceliare nerastro. Alla distanza di 50 mt e nella direzione dei punti cardinali, sono state individuate le altre quattro aree campione, sempre della stessa superficie; per ognuna di esse sono state scelte casualmente tre piante deperienti da cui si è proceduto al prelievo dello stroma fungino e di due rotelle, una alla base e l'altra all'apice del fusto, dello spessore di 5cm ognuna. Dal materiale vegetale è stato isolato il microrganismo in questione con elevata

frequenza, confermando le ipotesi iniziali. È stato successivamente avviato il taglio a raso di tutte le sughere, con successiva bruciatura dei fusti e ramaglia; non tutte le piante però sono state abbattute, alcune sono state risparmiate allo scopo di monitorare il progredire della malattia negli anni successivi (Turco *et al.* 2004).

#### 1.4 **BISCOGNIAUXIA MEDITERRANEA (DE NOT) KUNTZE**

Il microrganismo fungino *Biscogniauxia mediterranea* è un Ascomicete appartenente alla famiglia delle *Xylariaceae*, noto come l'agente del cosiddetto "cancro carbonioso". È un patogeno di debolezza ad *habitus* endofitico, polifago, che si riscontra frequentemente su piante deperienti o morte di molte specie del genere *Quercus* oltre che su numerose specie arbustive della macchia mediterranea.

Il fungo ha un ruolo molto importante nel "deperimento delle querce", uno dei più gravi problemi fitopatologici del ventesimo secolo, diffuso in molti Paesi mediterranei e dell'Europa centro-occidentale (Ragazzi *et al.* 2000)

In Italia i primi fenomeni di deperimento dei querceti furono segnalati da Ragazzi nel 1986 all'interno dei boschi del Parco Nazionale del Circeo su piante appartenenti alle specie *Q. cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. pubescens* Willd. e *Q. robur* L., successivamente diffuso nel resto del paese con diverse modalità e su differenti entità vegetali appartenenti al gen. *Quercus* (Ragazzi *et al.* 2000, Vannini *et al.* 1992).

Questo stato di sofferenza delle querce viene attribuito all'azione combinata di più fattori destabilizzanti che possono portare anche alla morte delle piante. Negli ultimi decenni i fenomeni di deperimento sono stati rilevati in tutto il bacino del Mediterraneo; Mannion (1991) indica come i fattori coinvolti nel deperimento possano essere suddivisi in tre categorie:

- Predisponenti: abbandono dei boschi, età avanzata, abbassamento della falda, inquinamento, infiltrazioni di acqua marina
- Incitanti: squilibri idrici, alte temperature, danni da freddo, diminuzione delle micorrize, defogliazione
- Contribuenti: funghi patogeni, lepidotteri defogliatori, coleotteri xilofagi

### 1.4.1 Generalità sugli endofiti

Si definisce endofita quell'organismo fungino che colonizza i tessuti delle piante vive e apparentemente sane, senza indurre la comparsa di nessun sintomo di disagio e senza causare nessun danno immediato all'ospite, in grado però, dopo un periodo di incubazione o latenza, ed al verificarsi di particolari condizioni di diventare patogeno (Petrini, 1991). Ampliando quanto definito precedentemente da Carroll nel 1986, l'organismo endofita può instaurare con l'ospite vegetale, durante il suo ciclo biologico, diversi tipi di simbiosi: mutualistica, neutrale e antagonistica. Simbiosi queste che lo stesso Petrini non considera statiche, ma bensì caratterizzate da una certa dinamicità condizionata dal tempo stesso di simbiosi.

Le condizioni che stabiliscono il verificarsi di stati di sofferenza possono essere dipendenti sia dalle condizioni fisiologiche dell'ospite sia da condizioni climatiche ed ambientali. I più importanti funghi endofiti di piante arboree appartengono oltre che agli Ascomiceti anche al gruppo degli Anamorfi (ex Deuteromiceti), mentre pochi sono quelli riconducibili al raggruppamento degli Zigomiceti e Oomiceti (Ragazzi *et al.* 2005).

Gli endofiti delle piante arboree, come tutti i microrganismi fungini, si trasmettono tramite spore e/o conidi. Sembra infatti che gli endofiti sporulano su materiale vegetale senescente o morto, cosicché le spore vengono poi trasportate su nuovi ospiti, o su tessuti della stessa pianta non ancora colonizzati, da dove poi possono diffondere l'infezione. I vettori più comuni sono pioggia, vento e insetti, anche se tra tutti comunque la pioggia sembra essere quello preferito dagli endofiti: non a caso le maggiori epidemie si riscontrano in seguito a forti eventi piovosi (Vannini *et al.* 1993, Wilson 2000).

### 1.4.2 *Xylariaceae*

La famiglia delle *Xylariaceae* Tul. & C. Tul. con almeno 35 generi costituisce una delle più grandi famiglie degli ascomiceti, è largamente diffusa nelle regioni tropicali e temperate, la maggior parte sono funghi lignicoli, alcune specie come *Hypoxylon terricola* Mill. e *Xylaria carpophila* Pers. vivono nei rifiuti, altri ancora si sviluppano nelle deiezioni. Generalmente sono funghi saprofiti, ma un buon numero di essi risultano importanti patogeni potendo causare marciumi a carico delle radici e della parte aerea oltre a cancri ed appassimenti (Granata *et al.* 1996).

All'interno della famiglia le specie più studiate sono *Rosellina necatrix* Prill., per gli ingenti danni che esso provoca quale agente causale di marciume in molte piante sia spontanee che coltivate e *Hypoxylon mammatum* (Whahl.) Miller a causa dei seri danni che provoca con cancri sul tronco di *Populus tremula* L. in tutta Europa. Un certo numero di funghi, sempre della famiglia delle *Xylariaceae*, ma appartenenti al genere *Biscogniauxia* sono associati a cancri e morie di varie piante in tutto il mondo, tra i più conosciuti troviamo: *B. mediterranea* che causa seri danni su *Quercus suber* in tutto il bacino del Mediterraneo, *B. nothofagi* (Whalley, Laessle & Kile) in piante forestali di *Nothofagus cunninghamii* Hook. in Tasmania e *B. nummularia* (Bull.) O. Kuntze agente di cancri su *Fagus sylvatica* L. in diversi paesi europei (Granata *et al.* 1996).

La caratteristica principale della famiglia è lo stroma, che prende origine dal micelio del fungo, che risulta diviso in due parti: l'ectostroma, a consistenza dura e che costituisce la parte esterna, si trova a contatto con l'ambiente; e l'endostroma che costituisce la parte più interna dove si collocano i periteci (Fig. 3). Sia per la parte più esterna che per quella interna i colori possono variare e forniscono una utile fonte per il riconoscimento del genere.

La famiglia include forme stromatiche con più periteci immersi o coperti nello stroma, dove gli aschi unitunicati sono cilindrici e contengono otto ascospore di forma variabile a seconda della specie, ma generalmente ellissoidi, di colore marrone, unicellulari e dotate di un poro germinativo. La morfologia e la struttura dello stroma, la posizione dei periteci in esso e la forma anamorfa identificata, rappresentano i principali caratteri distintivi a livello di genere. La conformazione delle ascospore viene per lo più impiegata come discriminante a livello di specie.



Fig 3: Periteci immersi nello stroma di *B. mediterranea*

I generi più importanti della famiglia sono:

- gen. *Hypoxylon* Bull.: caratterizzato da uno stroma che si appressa al substrato che appare come una crosta che si sviluppa appena sopra la corteccia.
- gen. *Xylaria*: lo stroma è diritto, clavato ed assume la caratteristica forma di dita umane.
- gen. *Ustulina*: lo stroma supera i 2mm di spessore, è appressato al substrato da una leggera connessione e con l'età tende a diventare cavo internamente.
- gen. *Daldina*: stroma di forma sferica, emisferica o clavata, caratterizzato da un tessuto interno avente delle fibre disposte in modo concentrico.
- gen. *Biscogniauxia*: lo stroma è composto principalmente da due tipi di tessuto stromatico: tessuto carbonioso e tessuto legnoso; il genere ha come forma anamorfa *Nodulisporium*.

Dal 1998 al genere *Biscogniauxia* sono state aggiunte nuove specie e varietà per un totale, ad oggi, di quarantanove specie. Questo ampliamento è avvenuto in seguito agli studi compiuti dall'esperto di *Xylariaceae* J.H. Miller che, ha modificato la sistematica della famiglia messa a punto nel 1863 dai fratelli Tulasne (Yu-Ming e Rogers 1998).



Sotto il nome *Biscogniauxia* oggi si trovano specie che hanno le seguenti caratteristiche:

- Stroma bipartito, avente una parte esterna la cui funzione è quella di favorire la dispersione degli aschi che si formano nei periteci sottostanti.
- Conidiofori robusti che si formano ricoprendo lo stroma.
- Interno dello stroma di colore scuro, “carbonioso” con loculi dei periteci evidenti e separati da un tessuto nero quando raggiungono la maturità.
- Stroma che non rilascia pigmenti colorati in idrossido di potassio (KOH).
- Ascospore generalmente di colore scuro, che germinano emettendo due tubetti germinativi in corrispondenza della spaccatura o rima laterale.
- Ascospore generalmente monocromatiche, raramente striate o reticolate.
- Aschi con un corto peduncolo.

Questa modifica apportata alla tassonomia delle specie appartenenti alla famiglia delle Xylariaceae ha portato ad una riduzione delle differenze tra i generi *Biscogniauxia* e *Hypoxylon*, così che dal 1998 gran parte delle specie che appartenevano a quest’ultimo sono passate sotto il genere *Biscogniauxia* (Yu-Ming e Rogers 1998).

#### **1.4.3 Caratteristiche morfologiche e ciclo biologico di *Biscogniauxia mediterranea***

Questo microrganismo fungino, come detto precedentemente, appartiene alla divisione degli Ascomiceti. Le strutture riproduttive sessuali (forma telomorfa) sono rappresentate da periteci di forma globosa, di solito molto numerosi, aventi dimensioni di 0,5-1 x 0,4-0,5  $\mu\text{m}$  e presentanti all’estremità un ostiolo. A loro volta sono inseriti in uno pseudotessuto coriaceo di colore scuro, denominato stroma, che rappresenta la matrice vegetativa avente funzione di immagazzinare gli elementi nutritivi necessari per lo sviluppo dei corpi fruttiferi, che emergono del suo interno fino alla superficie esterna (Miller J.H. 1961).

I periteci contengono gli aschi, i quali hanno forma cilindrica, sono brevemente pedunculati e contengono ognuno otto ascospore ellissoidali (Fig. 4), scure

caratterizzate da una scanalatura longitudinale, con dimensioni di 12,5-17 x 5-11  $\mu\text{m}$  (Yu-Ming e Rogers 1998).

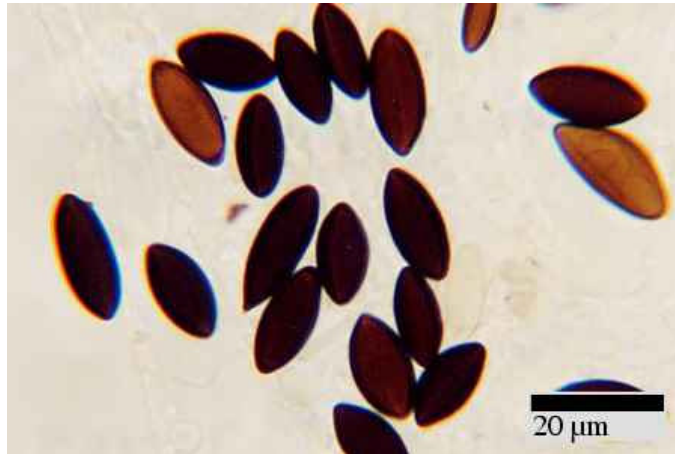


Fig. 4: Ascospore di *B. mediterranea*

Intercalate agli aschi vi sono delle ife sterili che hanno la funzione di aiutare l'espulsione delle ascospore attraverso l'ostiolo del peritecio.

Le ascospore dopo essersi liberate dallo strato più esterno della parete detto esosporio, con un processo denominato "eclosione", germinano con l'emissione di due tubetti germinativi in corrispondenza della scanalatura laterale.

La forma anamorfa (asessuale) è rappresentata da un genere fungino simile a *Nodulisporium*, comune a *Hypoxylon*. I conidiofori hanno dimensioni di 200-300  $\mu\text{m}$  di lunghezza e sono larghi 4-6  $\mu\text{m}$ , inizialmente sono ialini, ma con il passare del tempo tendono a scurire. Essi si trovano spesso in gruppi e tendono a formare dei tipici cuscinetti cotonosi. I conidi sono di forma ellissoidale o ovoidale, misurano 2,5-7,5 x 2,5-4  $\mu\text{m}$  (Fig. 5), hanno parete liscia e colorazione che varia da ialina a leggermente bruna. La produzione dei conidi sulla superficie dello stroma coincide con l'inizio della formazione dei periteci (Yu-Ming e Rogers 1998).

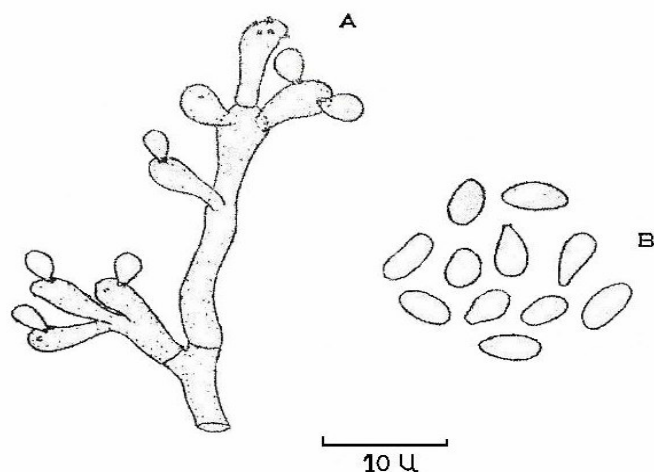


Fig 5. : *Biscogniauxia mediterranea*. A) Conidiofori B); Conidi

Le ascospore, emesse dallo stroma maturo durante tutti i periodi dell'anno, vengono trasportate da vettori biotici o abiotici su piante sane; se trovano ferite, le spore che vi si depositano germinano e avviano l'infezione. La dispersione delle ascospore, come accennato nel paragrafo precedente (1.4.1), dipende molto dall'andamento delle precipitazioni e dell'umidità relativa dell'aria.

Il microrganismo attacca diverse piante forestali, specialmente quelle ricche di tannino ( es. gen. *Juglans*, *Quercus*, *Eucalyptus*). Su *Q. suber* è stata rilevata più volte nelle diverse regioni del bacino del Mediterraneo ed in particolare in Portogallo. In Italia i primi deperimenti di piante forestali dovuti a *B. mediterranea* furono rinvenuti da Capretti (1987) nei Monti della Tolfa (Roma) e nei pressi di Acquapendente (VT) su piante appartenenti alla specie *Quercus cerris*.

Lo stesso autore osservò che le piante danneggiate erano presenti sia nei cedui che nelle fustaie ed avevano generalmente una giovane età (inferiore ai 25 anni) e il loro disseccamento si manifestava con la morte dei fusti o delle branche laterali (Capretti *et al.* 1987).

Il ciclo della *B. mediterranea* comincia con l'invasione dell'ospite attraverso delle ferite sul fusto o sulle branche, il fungo passa così un periodo di durata variabile all'interno dello stesso senza evidenziare sintomi. Quando però la pianta è sottoposta ad uno stress idrico o, più in generale abiotico, il fungo invade i tessuti velocemente,

utilizzando i vasi xilematici (Fig. 6) ed uccide le cellule parenchimatiche adiacenti (Marras *et al.* 1990).



Fig. 6: Tessuti legnosi di *Q. suber* invasi dal micelio di *B. mediterranea*

I primi sintomi si localizzano nelle zone di penetrazione del fungo (ferite). La pianta reagisce all'invasione fungina con l'emissione di essudati nerastri, costituiti per lo più da sostanze tanniche che una volta esposte all'aria si disseccano assumendo un aspetto catramoso. Asportando la corteccia, in corrispondenza di tali zone, si nota che i tessuti sottocorticali hanno perso la loro consistenza normale e sono invasi dal micelio fungino; contemporaneamente si nota il cambiamento del colore delle foglie. Se le piante si trovano in condizioni vegetative ottimali l'infezione rimane localizzata anche per lungo tempo; viceversa, se sono debilitate per cause diverse (condizioni climatiche, incendi, infestazione di insetti), il fungo può raggiungere le vie xilematiche e l'infezione si generalizza provocando una parziale defogliazione e un progressivo disseccamento dei rami a partire dalle estremità apicali. Nelle zone infette si assiste quindi alla formazione di cancri caratteristici che con il tempo tendono ad abbracciare tutta la circonferenza degli organi interessati, così da provocare la morte delle porzioni sovrastanti. All'interno dei cancri il fungo si organizza in uno stroma, una sorta di placca nel quale si differenziano i corpi fruttiferi. Se le condizioni di stress permangono

a lungo, le piante infette vanno incontro ad un progressivo deperimento dagli esiti letali (Fig 7) (Marras *et al.* 1990).

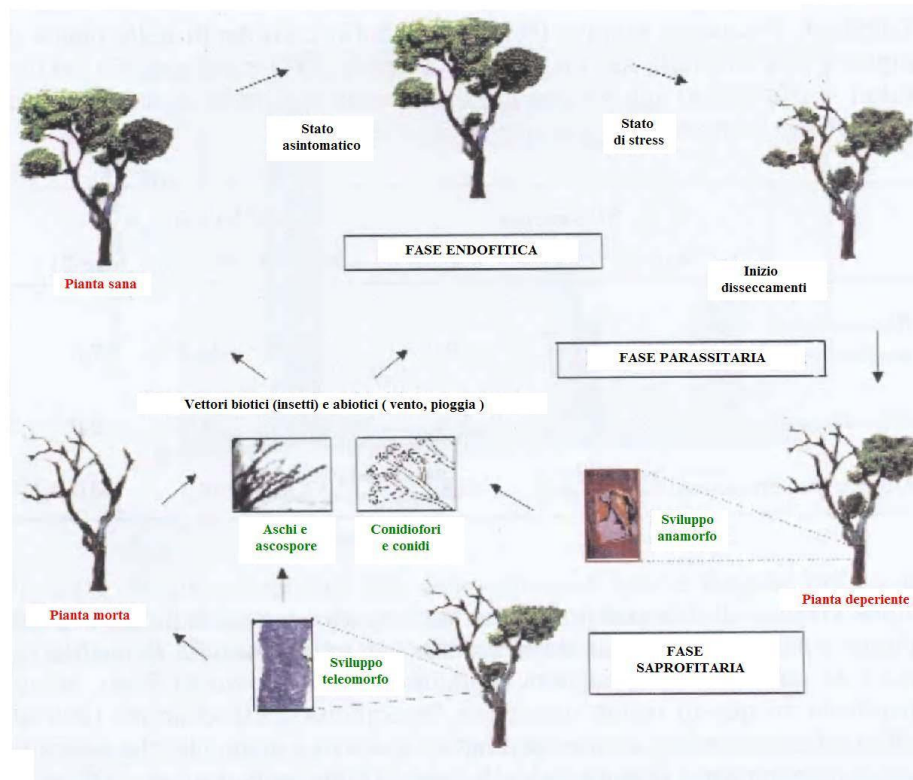


Fig. 7: Ciclo dell'ascomicete *Biscogniauxia mediterranea* su *Q. suber* (da Franceschini *et al.* 2002)

## 2 SCOPO DELLA TESI

Il suddetto lavoro ha lo scopo di monitorare le sugherete nel comune di San Giuliano Terme, con la doppia finalità di controllare gli effetti dell'intervento selvicolturale eseguito nel 2000 (vedi paragrafo 1.3), di saggiare le condizioni sanitarie dei boschi a prevalenza di *Quercus suber* e individuare gli eventuali nuovi focolai di infezione dovuti dell'ascomicete *Biscogniauxia mediterranea*.

Lo studio punta anche all'individuazione di eventuali nuovi funghi endofiti che possono aver contribuito al deperimento delle sughere negli ultimi anni.

L'indagine è importante perchè si occupa della salvaguardia di particolari cenosi all'interno di una area ANPIL e ancora di più in quanto si prefigge di difendere entità vegetali molto rare come la specie *Quercus morisii*, albero che attribuisce alla zona, insieme ad altre specie vegetali, una particolare rilevanza dal punto di vista botanico e paesaggistico.

Secondariamente il monitoraggio contribuisce, tramite interviste e sopralluoghi, a ricostruire il più possibile la storia delle sugherete, il loro passato impiego e l'uso che se ne fa attualmente, quest'ultima attività andrà così a completare un lavoro ben più ampio svolto negli ultimi anni dallo stesso Comune di San Giuliano Terme.

### 3 MATERIALI E METODI

#### 3.1 MONITORAGGIO DELLE SUGHERE

Il monitoraggio è stato fatto solo su una parte dei boschi del Monte Castellare. In particolare sono state visitate le zone che secondo le segnalazioni del Comune di San Giuliano Terme potevano avere un interesse ai fini dello studio; più precisamente l'analisi fitosanitaria si è svolta nei boschi precedentemente studiati e che avevano subito le operazioni selvicolturali nel 2000 (Turco *et al.* 2004), a cui sono stati aggiunti altri boschi sui quali era sospetta la presenza di *Biscogniauxia mediterranea* (Fig. 8).

Il monitoraggio è stato effettuato soltanto sulle piante di *Quercus suber* e *Quercus moriisi*. Sono state predisposte delle schede (Tab. 1) su cui venivano riportati i dati per ogni singola pianta, tali da permettere una caratterizzazione dello stato sanitario, oltre ad indicare gli eventuali sintomi, e segni, dovuti alla presenza del “cancro carbonioso”.

L'area interessata è stata monitorata seguendo un metodo soggettivo, secondo una linea logica nata dal confronto con piante sane circostanti. Sono stati controllati due tracciati per ogni area: un percorso all'interno del bosco, che ha permesso di esaminare le piante vicine al sentiero, e una visione esterna, tale da monitorare le piante presenti ai bordi di ogni settore.

Sono state osservate tutte le piante, prestando particolare attenzione a quelle più deperienti e quelle secche, cercando così di individuare in queste la presenza di emissioni mucillagginose e del tipico stroma color carbone che si manifesta nello stato avanzato della malattia.

Nelle aree sottoposte al passaggio del fuoco è stato effettuato un lavoro parallelo a quello prestabilito in precedenza; utilizzando dei moduli leggermente modificati da quelli usati per tutte le altre aree si è cercato di stabilire quanto il fuoco abbia influito sul deperimento delle querce e più in particolare quanto esso abbia favorito lo sviluppo e la diffusione del fungo endofita.

Dagli individui in cui è stata accertata visivamente la presenza di *Biscogniauxia mediterranea* sono stati prelevati dei campioni di stroma; il fusto delle stesse è stato marcato con della vernice colorata al fine di facilitarne l'individuazione, permettendo così di seguire l'evolversi della malattia nel tempo, lo stroma è stato prelevato per poter effettuare poi delle analisi in laboratorio.



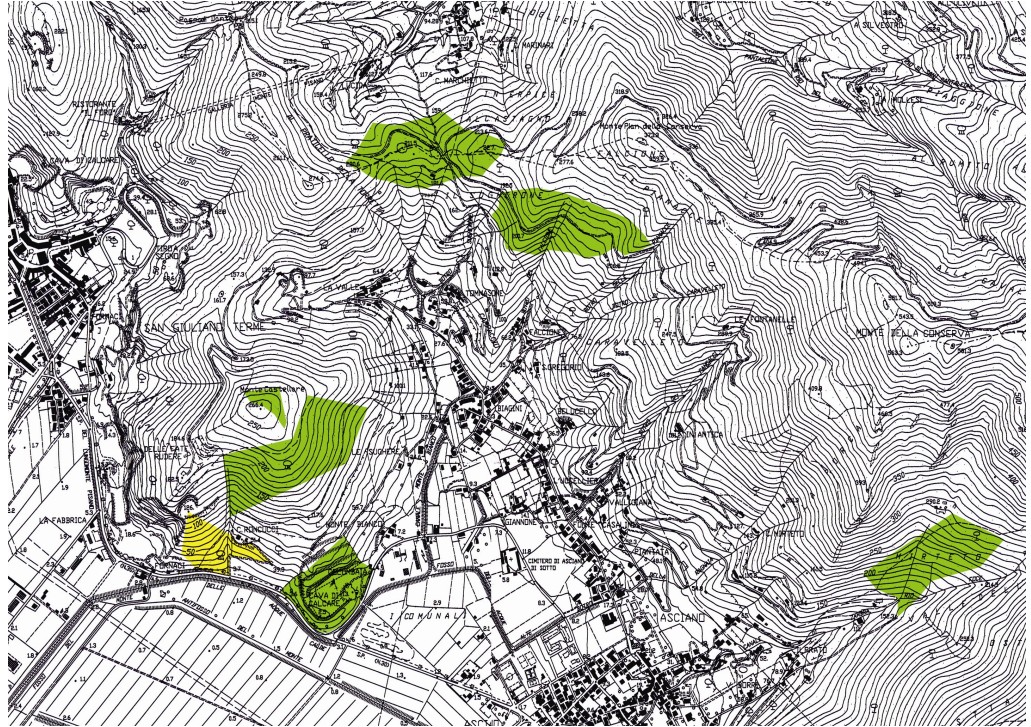


Fig. 8: Carta tecnica (scala 1:10000) del Monte Pisano, in verde sono evidenziate le zone sottoposte al monitoraggio, in giallo è indicata l'area su cui è stato svolto il monitoraggio supplementare riguardante la sughereta danneggiata dall'incendio.



PIANTA n°				
Diametro 1,30.....		Altezza presunta.....		
POSIZIONE SOCIALE				
Dominante		Intermedia	Dominata	
VIGORE APPARENTE				
Eccellente	Buono	Normale	Scarso	Pessimo
PRESENZA DI BISCOGNIAUXIA			Si	No
			Emissioni mucillagginose	
			Stroma	
SINTOMI				
Ferite sul: Fusto.....		Carie sul: Fusto.....	Presenza di carpofori.....	
Colletto.....		Branche.....	Branche morte.....	
Branche.....			Rametti morti.....	
Rametti.....			Rami epicormici.....	
			Cretti corticali.....	
APPARATO FOGLIARE				
Microfillia:		Generalizzata su tutta la chioma.....		
		Presenza solo su alcune branche.....		
Avvizzimento		Filloptosi anticipata		
Clorosi		Necrosi		
Gallerie di insetti				
COMMENTI:				

Tab. 1 : Scheda utilizzata per il monitoraggio delle piante di *Q. suber* e *Q. morisii*

## 3.2 ISOLAMENTI DI LABORATORIO

Tra piante malate di “cancro carbonioso” sono stati prelevati circa 20 campioni legnosi, ricavati da porzioni di fusto e branche su cui era presente del tessuto stromatico; non tutte le sughere hanno subito l’asportazione dei tessuti, tra tutte quelle colpite dall’endofita infatti, sono state scelte quelle che, a detta degli operatori, potevano fornire uno stroma maturo.

Con i campioni legnosi prelevati dalle sugherete del Monte Pisano sono stati effettuati degli isolamenti al fine di verificare l’effettiva presenza dell’ascomicete *Biscogniauxia mediterranea*, individuare gli eventuali funghi antagonisti e la presenza di altri funghi endofiti che potevano essere responsabili del deperimento delle querce da sughero.

Per questa operazione sono stati usati due metodi: metodo dell’isolamento da stroma e dell’isolamento da legno. Per la crescita dei funghi sono state utilizzate piastre Petri, di 9 cm di diametro, contenenti un substrato di coltura formato da PDB (6 g/l) e da Agar (20 g/l).

### 3.2.1 Isolamenti da stroma

Questo metodo, precedentemente usato nel 2000 da Turco *et al.* per individuare le diverse specie di endofiti presenti nelle stesse sugherete del Monte Pisano, risulta essere il più rapido per determinare gli organismi responsabili la formazione del tessuto stromatico sulle piante ma rende maggiormente esposte le colture a inquinanti inoltre, richiede una attenta e precisa valutazione dello stato di maturazione dello stroma stesso.

Si è proceduto nella seguente modalità: dai campioni sono stati prelevati dei frammenti di stroma delle dimensioni di circa un cm<sup>2</sup>, questi sono stati avvolti con della carta umida allo scopo di favorire la maturazione degli aschi e l’apertura dei periteci, dopodichè sono stati chiusi entro delle buste di plastica al fine di mantenere l’umidità dell’ambiente elevata. Lo stroma è rimasto in queste condizioni per circa quattro giorni, al termine dei quali si è proceduto alla rimozione della carta umida e ad una osservazione dei periteci allo stereomicroscopio (5x10 ingrandimenti) per verificare l’apertura degli opercoli. Una volta accertata la maturazione dello stroma questo è stato

ulteriormente frammentato in scaglie di circa un cm<sup>2</sup> che, tramite del nastro adesivo sono state poi incollate sul tappo delle piastre.

Tale procedimento è stato fatto allo scopo di favorire la dispersione delle ascospore direttamente dai periteci dello stroma al substrato di PDB della piastra.

### **3.2.2 Isolamenti da legno**

Il metodo tende ad ottenere delle colture fungine dal prelievo di piccoli frammenti di legno, prelevati dai tessuti dei campioni infetti; il metodo risulta il più valido per determinare la presenza dei funghi endofiti ma richiede più tempo.

Per prima cosa sono stati scelti cinque campioni di legno prelevati dalle sugherete di Sano Giuliano Terme, questi sono stati sezionati lungo il loro asse longitudinale per esporre tutta la sezione all'operatore. Nella fase successiva, ogni campione è stato osservato attentamente per individuare le aree in cui sarebbero stati prelevati i frammenti legnosi: più precisamente sono state scelte le zone del campione adiacenti a quelle che presentavano una colorazione anomala o la presenza di tracce fungine. Da queste, tramite un bisturi, sono stati ricavati dei frammenti legnosi di circa 5 mm di lunghezza e 1 mm di larghezza che sono stati depositati direttamente su PDB; da ogni campione quindi sono state ricavate tre piastre Petri. Per ogni piastra quindi sono stati collocati 5 frammenti di tessuto vegetale che sono stati collocati sul substrato di coltura a debita distanza tra di loro in modo da evitare il contatto tra i miceli che, successivamente si sarebbero sviluppati da ogni frammento.

Per ridurre la possibilità di inquinamento delle colture, la superficie del campione è stata preventivamente sottoposta ad un trattamento che prevede l'utilizzo di diverse soluzioni contenute in recipienti sterili: il primo trattamento, ovvero la sterilizzazione vera e propria, è stato fatto immergendo i campioni di tessuto vegetale in una soluzione di acqua ossigenata al 10%; successivamente, il materiale è stato sottoposto a tre lavaggi consecutivi in acqua distillata sterile, al fine di rimuovere ogni eventuale traccia di sterilizzante dalla superficie vegetale.

Le piastre sono state mantenute ad una temperatura costante di circa 20° C, al buio, e periodicamente le colture formatesi sono state controllate allo scopo di verificare la crescita delle colonie e, quindi, di rilevare l'eventuale la presenza di inquinanti. Dopo

circa una settimana dalle colture sono state asportate delle porzioni di micelio che, successivamente, sono state depositate in un secondo substrato, del tutto simile al precedente (6 g/l di PDB e 20 g/l di Agar) dove sono rimaste fino alla completa crescita e maturazione degli organi riproduttivi, fondamentali per il successivo riconoscimento dell'organismo fungino. Sono state così ottenute delle colonie fungine.

### **3.3 INTERVISTE**

Oltre alle analisi di laboratorio ed a quelle eseguite in maniera visiva sul campo, sono state fatte delle interviste a persone del posto allo scopo di reperire il maggior numero di informazioni riguardanti le sugherete del Monte Pisano.

Le interviste si sono svolte seguendo precisi questionari preparati precedentemente. Le questioni poste riguardavano, in particolare, le origini delle sugherete e le lavorazioni a cui erano sottoposte in passato, le domande sono state esposte a persone che, in passato, hanno avuto modo di lavorare o di seguire le utilizzazioni dei boschi di sughere inoltre, sono stati sentiti residenti e proprietari di terreni che si trovano nelle immediate vicinanze delle zone indagate.

Dalle domande si è cercato così di ricostruire i fatti più importanti, la storia, gli utilizzi e soprattutto delle notizie utili per saperne di più sulle origini dei boschi di querce da sughero.

## RISULTATI

### 4.1 AREE MONITORATE E DATI

Le aree visitate e monitorate relative all'ANPIL Monte Castellare, sono state cinque. Per alcune di esse si sono resi necessari più sopralluoghi, questo a causa delle loro dimensioni e per le difficoltà trovate nel percorrere i boschi. Di seguito sono riportate le descrizioni di ogni area. Alla fine di ogni descrizione è stato aggiunto un grafico riassuntivo e più precisamente un istogramma che indica il numero di piante monitorate per ogni classe diametrica, con indicazione, all'interno di ogni classe, del numero delle piante presentanti sintomi direttamente riconducibili al patogeno endofita (stroma o emissioni mucillagginose).

#### 4.1.1 Monitoraggio dell'area 1 "le Cave"

La prima zona monitorata si trova ubicata poco lontano dal comune di S. Giuliano Terme lungo la strada che da questo porta alla frazione di Asciano e più precisamente in località "Le Cave", un' area che prende il proprio nome dalle numerose cave di calcare che si trovano nelle vicinanze.

Il bosco si trova esposto per quasi tutta la sua estensione a sud, ad eccezione della zona adiacente alla strada che si orienta verso sud-ovest e va da una quota di 4 mt ad una di circa 50 mt s.l.m.; l'area misura pendenze medie di circa il 13% con picchi che arrivano al 15%, ma la superficie del suolo è molto accidentata a causa delle numerose rocce affioranti.

La zona, come precedentemente illustrato, è ricca di rocce calcaree e tuttavia, è ubicata nella pianura alluvionale dell'Arno e di conseguenza presenta un suolo molto sabbioso e ricco di rocce arenarie.

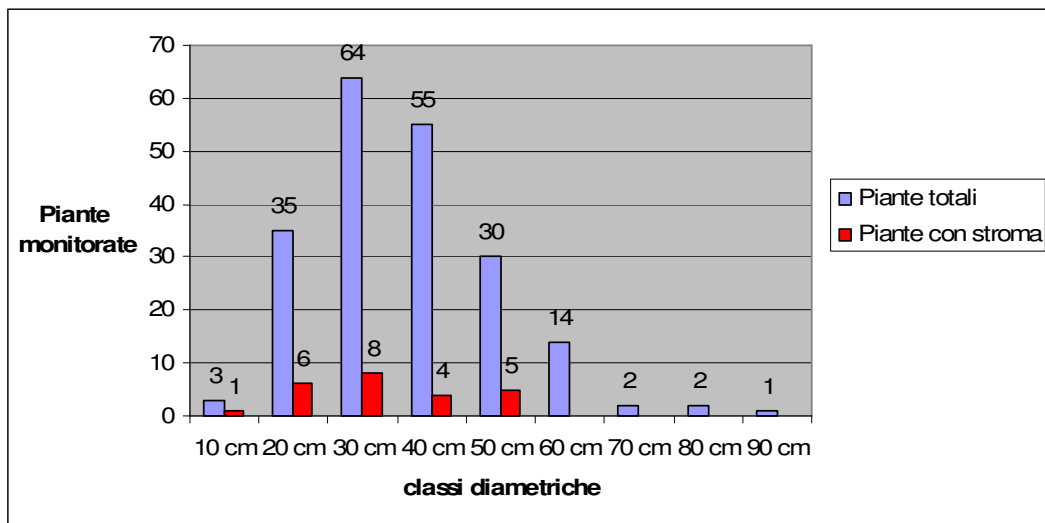
Il bosco nella prima parte esaminata è costituito in gran parte da piante appartenenti alla specie *Q. suber*, accompagnate dalla sporadica presenza di *Fraxinus ornus*, *Erica scoparia*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*; nella parte del bosco più marginale si fa notare la presenza di specie quali *Ulmus minor*, *Prunus spinosa* e *Pistacia lentiscus*. Leggermente differente è invece la vegetazione nella zona lungo la

strada statale, qui la specie dominante è il leccio (*Quercus ilex*) accompagnata dalle stesse piante elencate precedentemente con una minore presenza però della sughera.

La densità del bosco si aggira intorno alle 1100 piante per ha con una distribuzione uniforme in tutta l'area ed una copertura che si aggira attorno all' 80%. Nella lecceta la densità del popolamento aumenta e con questa sale anche la percentuale di copertura che approssimativamente arriva all'85-90%; qui si nota anche una netta differenza di età delle piante, dove i lecci infatti sembrano molto più giovani rispetto alle sughere, forse a causa di passate ceduzioni.

Dall'esame visivo degli alberi da sughero è stato possibile stabilire che quasi tutto il popolamento si trovava in un grave stato di stress fisiologico; questo si è reso evidente dalla presenza di molte sughere prossime alla morte, e dagli evidenti sintomi di deperimento (clorosi, microfillia generalizzata) su alcuni individui. Per alcune piante è stata rilevata la presenza di stroma.

Interessante è segnalare come le piante colpite da *B. mediterranea* si trovano riunite in nuclei che quasi mai raggiungono la parte marginale del bosco. Inoltre, è da rilevare l'elevato numero di piante sottoposte a decortica; in linea generale tutte le piante con diametro superiore o uguale ai 30 cm sono state sottoposte al prelievo del sughero.



Graf.: Istogramma riassuntivo del monitoraggio area 1: piante monitorate (in blu) confrontate con individui mostranti stroma fungino (in rosso), raggruppate per ogni classe diametrica.

Dall'osservazione del grafico 1 emerge che la gran parte delle sughere del popolamento monitorato hanno un diametro di circa 30 cm, le piante comprese in questo intervallo sono ben 64 si fa notare anche la ridotta presenza di rinnovazione confermata dal basso numero di piante monitorate con diametro compreso al di sotto dei 20 cm; in linea generale quindi il popolamento può essere definito come coetaneo.

Analizzando ulteriormente il grafico emerge che il numero di piante malate è relativamente basso rispetto al numero di piante monitorate e allo stesso tempo risulta che la maggior parte delle piante colpite dal patogeno rientra nella classe diametrica maggiormente rappresentata ovvero la classe che comprende tutti gli alberi con diametro di 30 cm.

#### **4.1.2 Monitoraggio area 2 “il Mirteto”**

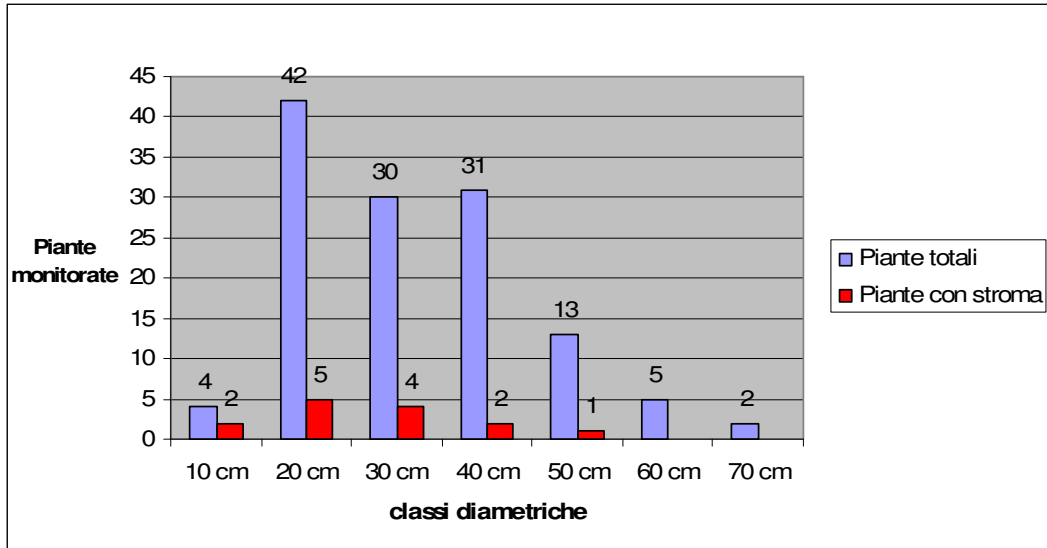
La seconda area esaminata si trova anch'essa poco lontano dall'abitato di San Giuliano Terme e più precisamente nelle vicinanze del vecchio acquedotto.

Il versante è esposto a sud-ovest, la pendenza media si aggira attorno al 15% con picchi massimi di quasi il 20%. In alcuni tratti queste forti pendenze sono ridotte da vecchi terrazzamenti, a testimoniare che il bosco sorge su una zona che in passato era coltivata a oliveto e frutteto; è da evidenziare che su tutta l'estensione dell'area esaminata la rocciosità affiorante è ricorrente, mentre nelle zone non coperte dalle chiome si nota l'effetto del ruscellamento superficiale.

Il bosco monitorato è molto denso; la copertura a causa della densità raggiunge l'85%. La flora è costituita da piante appartenenti alle specie di: *Quercus suber*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, *Fraxinus ornus*, *Olea europea*; sotto la copertura di questi alberi si impone fortemente l'*Erica arborea* con la più sporadica presenza di *Arbutus unedo*. Proprio queste due specie hanno reso estremamente difficoltoso il monitoraggio che si è svolto così solo nelle vicinanze del sentiero, questo non ha quindi permesso il controllo di tutte le piante. Oltretutto, la presenza di querce da sughero nella zona è rilevante solo nella parte più bassa del versante mentre, salendo lungo il sentiero, la frequenza di queste diminuisce gradualmente fino alla totale mancanza nella parte alta del pendio.

Nell'area la presenza di *B. mediterranea* non raggiunge valori allarmanti: si trovava, infatti, presente solo su esemplari morti. Gli alberi, tuttavia, fanno notare un

evidente stato di deperimento che si manifesta con una scarsa quantità di foglie sulla chioma associata alla morte di grosse branche e rami.



Graf. 2: Istogramma riassuntivo del monitoraggio area 2: piante monitorate (in blu) confrontate con individui mostranti stroma fungino (in rosso), raggruppate per ogni classe diametrica

Il grafico 2 evidenzia come il popolamento sia pressoché costituito da individui compresi nelle tre classi diametriche centrali, ovvero quelle di 20, 30 e 40 cm; come nell'area precedente sono scarse le sughere al di sotto di queste classi. Si nota, come affermato in precedenza, un bassissimo numero di piante che espongono i segni del “cancro carbonioso”; in proporzione la classe diametrica maggiormente colpita dall'endofita è quella che raggruppa le piante con diametro di 10 cm, il 50% di queste infatti, mostra evidenti segni della malattia.

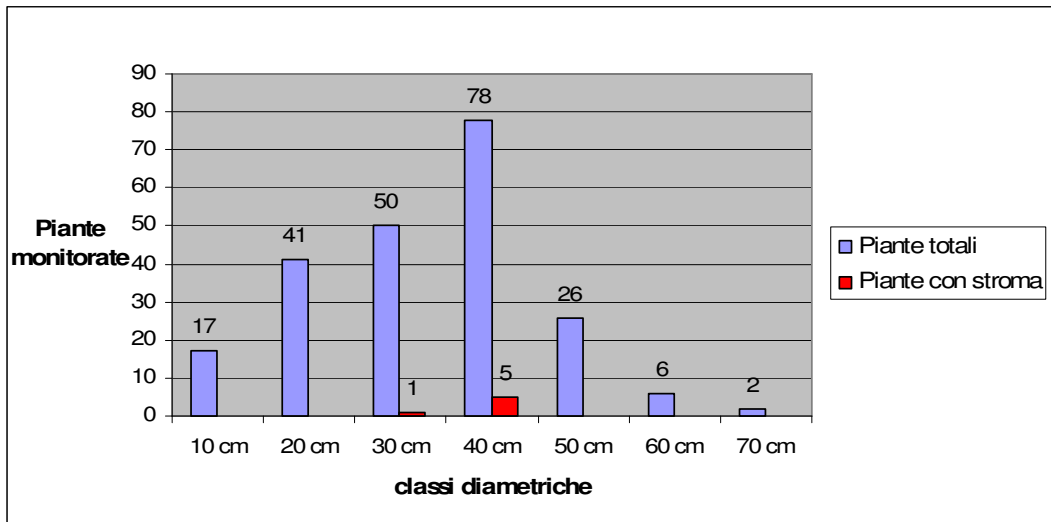


### 4.1.3 Monitoraggio area 3 “Al castagno”

Questa località si trova pochi km a nord-est di S. Giuliano, ad una quota di circa 200 m su un pendio esposto a sud-ovest.

Il monitoraggio si è svolto come di consueto seguendo però, in questo caso, una strada trattabile in quanto l'area pochi anni fa è stata attraversata da un incendio e la vegetazione al momento non permette l'ingresso nel bosco; in particolare, lungo tutto il tragitto, si è riscontrata un'abbondante presenza di giovani piante di pino appartenenti alla specie *Pinus pinaster*, che sicuramente raggiungono una densità superiore a 6000 piante per ha. Oltre a questo, l'indagine è stata resa ancora più difficile dalla pendenza del versante (picchi del 40%) che in alcuni punti impedisce qualsiasi operazione; come nelle altre zone, anche qui esiste una elevata accidentalità del suolo dovuta alle grosse rocce affioranti.

Come detto, la vegetazione è costituita in gran parte da giovani pinete di Pino marittimo. Percorrendo però la strada si incontrano anche grosse piante di *Arbutus unedo* e *Quercus suber*: quest'ultime si associano a *Erica scoparia* e *Myrtus communis* ed ad altri arbusti tipici della macchia mediterranea. Le sughere aumentano di frequenza e di dimensioni nel tratto finale, a scapito dei pini che invece diminuiscono drasticamente in numero.



Graf. 3: Istogramma riassuntivo del monitoraggio area 3: piante monitorate (in blu) confrontate con individui mostranti stroma fungino (in rosso), raggruppate per ogni classe diametrica

Come è possibile osservare dall'istogramma 3 la totalità delle sughere esaminate, anche quelle deperienti o morte, non mostravano sintomi direttamente riconducibili al “cancro carbonioso”. Dalla distribuzione in classi di diametro, ugualmente alle altre aree, il popolamento di *Q. suber* può essere definito come coetaneo ma, in questo caso, sono maggiormente rappresentate le classi di diametro più piccole (10-20 cm).

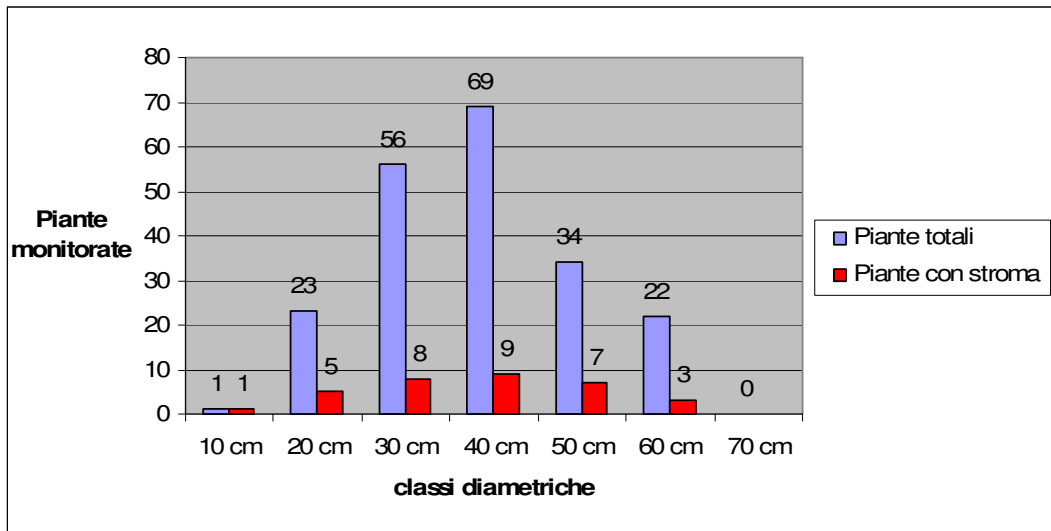
#### 4.1.4 Monitoraggio area 4 “sentiero dal Castagno ad Asciano”

Il sentiero parte nella stessa località indicata come area 3 e porta alla frazione di Asciano; il tragitto comincia da una quota di circa 200 mt e scende fino al centro abitato.

Il versante è esposto a Sud ed ha delle pendenze che, in alcune sue parti, sono molto elevate. Il sentiero, invece, non subisce l'influenza di queste pendenze e la sua percorribilità non è difficoltosa. Il suolo mostra una forte rocciosità che spesso diventa affiorante.

Come nei precedenti monitoraggi, risulta difficile penetrare nel bosco per la fitta presenza di arbusti tipici della macchia mediterranea costituita dalle specie *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Olea europea*, *Ulex europaeus* e *Pistacia lentiscus* che si associano a piante arboree quali *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Pinus pinaster*, con la sporadica presenza di *Quercus pubescens* e *Fraxinus ornus*.

La presenza delle querce da sughero si fa evidente solo in alcuni tratti del sentiero mentre, in altre parti del tracciato, la presenza delle sughere si fa più sporadica ed è rappresentata solo da poche piante in evidente stato di deperimento. Nella parte più bassa del sentiero le piante, invece, aumentano di numero e diminuisce la frequenza degli esemplari deperienti, qui tuttavia, non è raro trovare branche o rami che mostrano delle fessurazioni con stroma.



Graf. 4: Istogramma riassuntivo del monitoraggio area 4: piante monitorate (in blu) confrontate con individui mostranti stroma fungino (in rosso), raggruppate per ogni classe diametrica

Come testimonia il grafico 4 riassuntivo dell'area quattro la maggior parte delle piante da sughero monitorate risulta in uno stato di generale deperimento, forse causato da un incendio che qualche anno fa ha transitato su quest'area e che, inoltre, ha ridotto

in maniera drastica il numero delle piante di diametro inferiore ai 20 cm; fatto testimoniato dai molti resti carbonizzati presenti su tutta la superficie monitorata.

La presenza di stroma è stata riscontrata su tutte le piante secche, ed in misura maggiore si è avuta anche sugli esemplari più giovani.

#### **4.1.5 Monitoraggio area 5 “Villa Bosniaski”**

Il bosco in questione è molto esteso e copre tutto il versante sud del Monte Castellare fino a raggiungerne la vetta dove si trova una vecchia villa ottocentesca denominata “Villa Bosniaski” (dal nome del vecchio proprietario).

Il popolamento si trova sul versante esposto a sud-ovest che ha una pendenza media del 12-15% e in alcuni punti arriva anche al 20-25%; si nota, inoltre, una elevata quantità di rocce affioranti, che vengono a ridursi risalendo il pendio. La vegetazione è costituita da un numero di piante ridotto ed è povera di specie; ciò è sicuramente causa di recenti incendi che hanno attraversato la zona e che ne hanno modificato la struttura vegetazionale originaria.

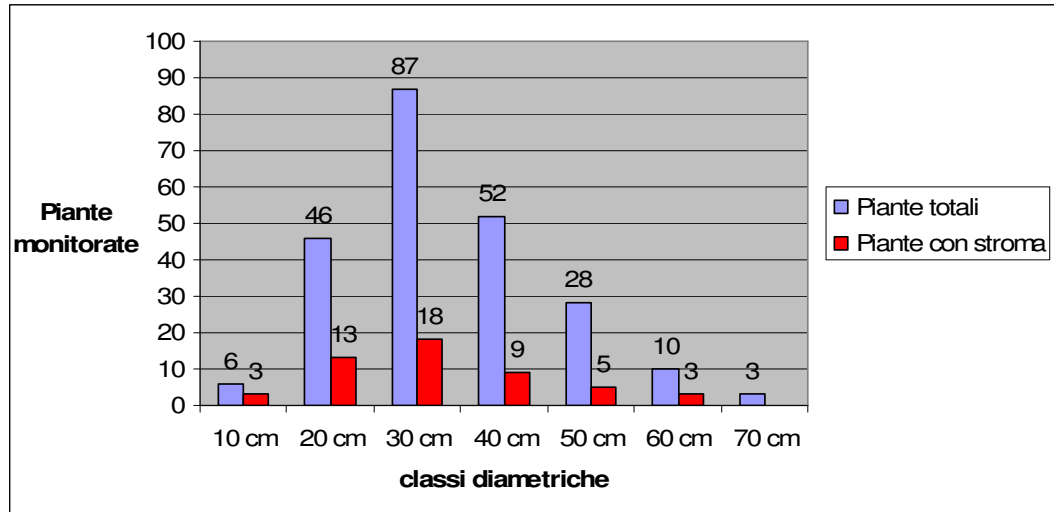
Nella parte bassa del versante, *Q. suber* è la specie arborea più rappresentativa e si distribuisce regolarmente con una densità di circa 500 piante per ettaro; di conseguenza la copertura data dalle chiome è modesta ed ha permesso la crescita di piante arbustive quali: *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*.

Le sughere appaiono gravemente danneggiate dall’incendio, ma quasi tutte sembrano aver reagito efficacemente alle ferite del fuoco. La peggior situazione si ha nelle piante che hanno subito la decortica del sughero precedentemente al passaggio dell’incendio: queste sono per la quasi totalità morte e presentano, nella maggioranza dei casi, lo stroma sulle branche e sul fusto.

Analizzando le vecchie ceppaie ed i resti vegetali bruciati si può affermare che nell’area, prima del passaggio del fuoco esisteva una diversa vegetazione con la massiccia presenza di Pini della specie *Pinus pinaster* e la sporadica presenza di *Quercus ilex*.

Risalendo il pendio le sughere diventano progressivamente più sporadiche e la loro distribuzione può essere definita a gruppi di poche piante con vaste aree in cui sono del

tutto assenti. La vegetazione arbustiva però non cambia significativamente la sua struttura e densità; unica nota è l'aumento nel numero di piante appartenenti alla specie di *Arbutus unedo* e una diminuzione di *Erica arborea*.



Graf. 5: Istogramma riassuntivo del monitoraggio area 5: piante monitorate (in blu) confrontate con individui mostranti stroma fungino (in rosso), raggruppate per ogni classe diametrica

Anche in questo caso, seguendo la distribuzione delle frequenze del grafico 5, il popolamento appare coetaneo; come osservato in precedenza la malattia si è manifestata in modo molto pesante nelle piante di classi diametriche inferiori ai 20 cm, ancora una volta il 50% di queste evidenzia i segni del “cancro carbonioso”.

#### 4.1.6 Monitoraggio dell’area sottoposta ad incendio

Questa zona pochi anni fa, precisamente durante la calda estate del 2003, ha subito il passaggio del fuoco. Questo evento ha permesso agli operatori del monitoraggio, di analizzare le sughere in un diverso modo. In particolare, si è cercato di capire quanto il fuoco abbia potuto influire sulla manifestazione della malattia causata dal fungo endofita *B. mediterranea*.

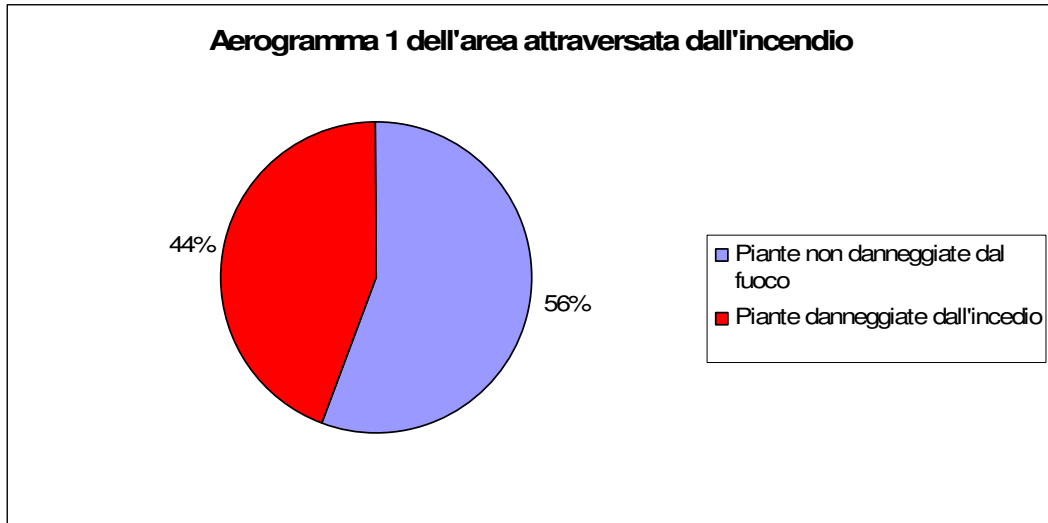
La sughereta è di notevoli dimensioni e si trova sul versante sud del Monte Castellare, poco al di sotto della villa abbandonata. La pendenza media si aggira attorno al 15%, ma aumenta in maniera esponenziale salendo verso la vetta del monte. La superficie del suolo non appare molto accidentata; è inoltre attraversata da molti sentieri che hanno facilitato il sopralluogo. Il terreno appare tuttavia poverissimo di lettiera ed in alcune aree ristrette si rendono evidenti gli effetti del ruscellamento superficiale.

Attraversando il bosco è stato possibile osservare i danni causati dal passaggio del fuoco. Infatti, le sole specie arboree ed arbustive presenti sono: *Quercus suber*, *Erica scoparia*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo* con la sporadica presenza di *Quercus ilex*.

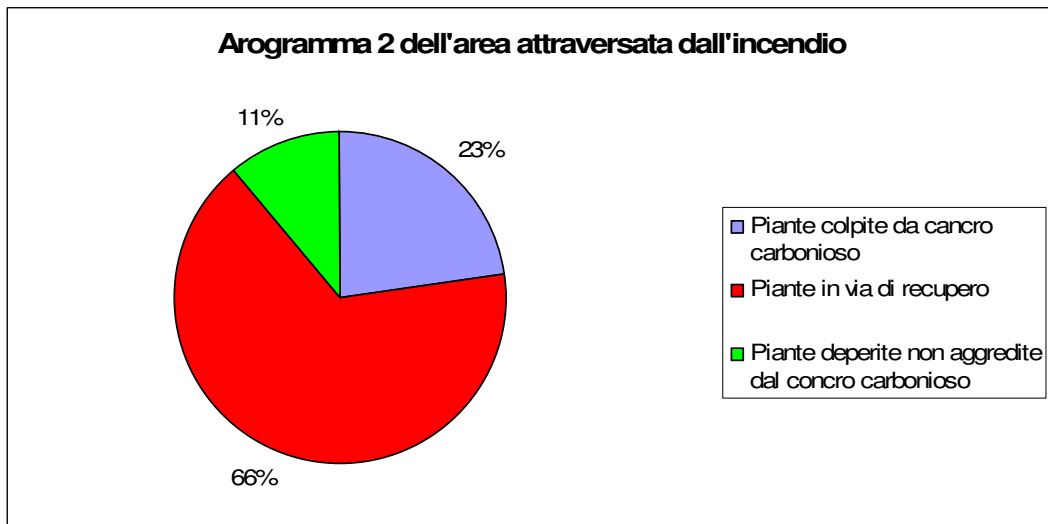
Le sughere appaiono gravemente danneggiate e su tutti i fusti si fanno notare le ferite causate dal fuoco. Le altre specie presenti, invece, sembrano essere in uno stato di salute migliore; con molta probabilità queste sono nate successivamente all'incendio. Tutte le sughere evidenziano una forte defogliazione e la necrosi di branche e rami anche se tuttavia molte sembrano aver reagito ai danni del fuoco con la formazione di nuovi tessuti. E' stato possibile così osservare la formazione di nuovo sughero sul fusto e sulle branche e la formazione delle foglie sui rami apicali.

I danni maggiori sono stati accusati dagli individui cui era stata praticata l'asportazione del sughero; su questi alberi si fa più frequente la presenza di stroma e la maggior parte sembrava non aver reagito ai danni subiti.

Qui di seguito sono stati riportati, al fine di riassumere i risultati ottenuti, due aerogrammi che mostrano la percentuale di piante che sono state sottoposte ad incendio (Graf. 6) e di queste quale è la percentuale di sughere che sono state infettate dal fungo *B. mediterranea* rispetto a quelle che invece hanno reagito (Graf. 7).



Graf. 6: Aerogramma 1 dell'area sottoposta al passaggio del fuoco: il grafico mostra le percentuali di piante che hanno subito dei danni a causa del passaggio del fuoco (in rosso) e allo stesso tempo la percentuale di piante che nella stessa area non hanno avuto ferite significative in seguito all'incendio



Graf. 7: Aerogramma 2 dell'area sottoposta al passaggio del fuoco: la torta divide le piante che hanno subito dei danni dall'incendio (vedi aerogramma 1) in tre categorie a seconda di come queste hanno reagito alle ferite

#### 4.1.7 Dati riassuntivi del monitoraggio

Dopo aver raccolto tutti i dati per ogni area esaminata questi sono stati riuniti in un'unica tabella (Tab 2) in cui le piante monitorate sono divise in classi diametriche, per ognuna di queste classi sono riportati:

- Gli alberi all'interno di ogni classe diametrica
- Il numero di sughere con evidenti sintomi (stroma, emissioni mucillagginose) riconducibili all'endofita *B. mediterranea*.
- Il numero di alberi che mostrano evidenti segni di deperimento

Oltre alla tabella è stata costruito, al fine di rendere più veloce l'analisi dei valori, un istogramma (Graf. 8) questo è del tutto simile a quelli esposti precedentemente per le diverse aree monitorate, ma in questo caso fornisce in modo più generale la struttura vegetazionale del popolamento di *Q. suber* e *Q. morisia*, le classi maggiormente colpite dal patogeno fungino e quelle che si trovano in uno stato di deperimento più grave.

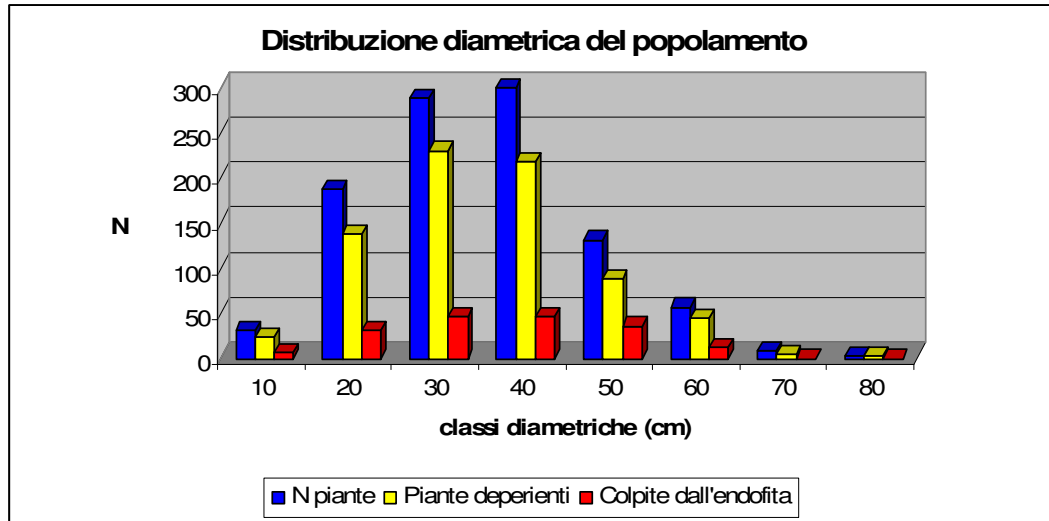
Secondo i dati di altezza e diametro ricavati da ogni singola pianta risulta che il diametro medio dei fusti a 1,30 mt è di circa 34 cm, mentre l'altezza delle sughere si aggira attorno ai 10 mt.

Diametro (cm)	N piante	Colpite dall'endofita	Piante deperienti
10	31	7	24
20	187	31	138
30	288	46	230
40	299	47	217
50	131	36	88
60	57	12	44
70	9	0	5
80	2	0	2
<b>tot.</b>	<b>1004</b>	<b>179</b>	<b>748</b>

Tab. 2: Tabella riassuntiva di tutto il monitoraggio delle sughere avvenuto nel Monte Pisano; i dati riportati comprendono tutte le cinque aree esaminate ma escludono la zona attraversata dall'incendio.



In totale, escludendo le piante che hanno subito il passaggio del fuoco (vedi paragrafo 4.1.6), sono state monitorate 1004 sughere, di queste circa 179 (circa il 18%) hanno mostrato la presenza di stroma e/o emissioni mucillagginose sul fusto e sulle branche mentre, 748 sono state le sughere che hanno evidenziato segni dovuti ad uno stato di stress fisiologico non dovuto al fungo endofita.



Graf. 8: Istogramma riassuntivo del monitoraggio del Monte Pisano, il grafico riporta il numero di piante esaminate per ogni classe diametrica (in azzurro), quante di queste mostrano segni di sofferenza (in giallo) e quante presentano sintomi dovuti al “Cancro carbonioso”

## **4.2 RISULTATI DEGLI ISOLAMENTI**

Come descritto in precedenza sono stati seguiti due percorsi ben distinti nell'effettuare gli isolamenti di laboratorio: isolamenti da stroma e da legno; per questo è stato ritenuto opportuno separare i risultati ottenuti.

Nei paragrafi successivi, quindi, sono riportati diversi valori che individuano:

- Il numero di isolamenti effettuati da ogni campione
- La quantità di colture ottenute
- Il nome delle diverse specie riconosciute
- Il numero di colture inquinate, di quelle non sviluppatesi e di quelle sterili

### **4.2.1 Isolamenti da stroma**

Con questo procedimento sono state preparate otto piastre Petri, la totalità di queste ha portato alla crescita di almeno una colonia fungina, tuttavia, come preventivato in precedenza, molte di queste colture sono state contaminate, ciò nonostante non hanno compromesso l'esperimento in quanto, grazie ad un pronto prelievo di porzioni dei diversi miceli, le colture hanno completato la loro crescita senza il disturbo di altri inquinanti.

Dalle otto piastre sono stati estratte ben undici colonie fungine; soltanto tre delle colture in questione non hanno sviluppato gli organi riproduttivi, le restanti otto sono cresciute fino al completo sviluppo delle cellule conidiogene e dei conidi che, successivamente, hanno permesso di riconoscere le diverse specie fungine.

Dagli isolamenti è stata costruita una tabella riassuntiva (Tab. 3) che individua, per le diverse specie, la frequenza con cui è stata riconosciuta nelle diverse piastre Petri.

<b>Specie</b>	<b>Frequenza</b>
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray	3
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Nocca & Balb.	2
<i>Phoma</i> spp. Sacc.	1
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	1
<i>Biscogniauxia cinereolilacina</i> (J.H. Miller) Pouzar	1

Tab. 3: Tabella riassuntiva del riconoscimento degli isolati da stroma: sulla colonna a sinistra sono state inseriti i nomi delle specie identificate, sulla colonna di destra è stato riportato il numero di piastre in cui la stessa specie è stata identificata.

#### **4.2.2 Isolamenti da legno**

Sono state preparate tredici piastre Petri, in ognuna di esse, come riportato in precedenza, sono state inseriti cinque frammenti prelevati dai diversi campioni delle sugherete di San Giuliano Terme.

Nelle piastre ogni frammento ha sviluppato un proprio micelio, questi sono stati esaminati periodicamente fino a quando, raggiunta una dimensione di circa 2-3 cm di diametro, una porzione di ognuno di questi è stata messa in una nuova piastra Petri dove si è completato lo sviluppo degli organi riproduttivi.

Dalle tredici piastre quindi sono state ricavate trenta nuove colture, di queste otto hanno presentato un micelio sterile, le rimanenti ventidue sono state riconosciute e come nel paragrafo precedente è stata costruita una tabella (Tab. 4) che indica con quale frequenza ogni endofita si è presentato.

Dagli isolamenti da legno sono quindi emersi i seguenti risultati:

<b>Specie</b>	<b>Frequenza</b>
<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	12
<i>Tricoderma viride</i> Pers. ex Gray	4
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	3
<i>Penicillium</i> spp.Link ex Fr.	1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	1
<i>Epicoccum</i> spp. Link ex Schlecht.	1

Tab. 4: Tabella riassuntiva del riconoscimento degli isolati da legno: sulla colonna a sinistra sono stati inseriti i nomi delle specie identificate, sulla colonna di destra è stato riportato il numero di piastre in cui la stessa specie è stata identificata.

### **4.3 INTERVISTE**

Sono stati intervistate tre persone. Due di esse sono proprietari di aziende agricole che si trovano nel Comune di San Giuliano Terme e più precisamente dell’Azienda agricola Tadini Boninsegni e quella Raggi Scerni, che si trova invece nella frazione di Asciano. Entrambe le aziende possiedono sia boschi sulle pendici del Monte Pisano che terreni nella pianura sottostante; una ulteriore testimonianza è stata fornita da un dipendente dell’azienda Tadini Boninsegni che per molti anni ha lavorato nelle zone interessate dal monitoraggio ed ha potuto così seguire le vicissitudini delle sugherete.

Dal colloquio svolto con queste persone sono state ricavate molte informazioni, in particolare è stato possibile ricostruire la storia che riguarda gli ultimi 80 anni di vita del popolamento di *Q. suber*. La testimonianza più significativa è emersa da un documento del 1803 in cui è riportato un passaggio di proprietà della querceta stipulato tra un coltivatore della zona ed il Sig. Tobler che ne acquistò così la proprietà; il suddetto ritrovamento è stato fatto all’interno dell’Azienda Tadini Boninsegni; questa scoperta conferma ancor di più le nostre ipotesi sulle origini delle querce da sughero. Dalle

ulteriori testimonianze non sono emerse altre informazioni significative riguardanti le origini delle sughere: tutti gli intervistati, infatti, non hanno notizie che diano conferma dell'ipotesi che le sugherete del Monte Pisano derivino da rimboschimenti effettuati nel passato.

Dalle interviste è stato possibile tuttavia ricavare utili informazioni sull'utilizzo che veniva fatto in passato delle querce da sughero. È emerso infatti che le querce non erano sottoposte a nessun tipo di taglio ma, periodicamente subivano la decortica del sughero, procedimento che prevede l'asportazione della spessa corteccia da porzioni del fusto e delle branche. Il trattamento veniva ripetuto ogni 9 anni su tutte le querce che potevano fornire un sughero di almeno 3-4 cm di spessore. Il prodotto che veniva ricavato dalla decortica era destinato ad una impresa di Montecatini specializzata nella produzione di calzature: più precisamente il sughero veniva comprato dall'impresa per ricavarne delle soles per scarpe.

Alcuni dei boschi di sughere sono ancora oggi, anche se in modesta parte, sottoposte alla decortica da parte di artigiani dei paesi vicini che dal sughero ricavano oggetti destinati all'uso personale o alla vendita turistica; non vengono invece effettuati tagli o interventi selvicolturali di nessun tipo. Le sugherete sono rimaste, come in passato, in uno stato di totale abbandono.

## CONCLUSIONI

Dai risultati del monitoraggio ottenuti dalla studio effettuato nell'autunno del 2005 si evince che, nonostante gli interventi selvicolturali effettuati nella primavera del 2000, in seguito al primo monitoraggio (Turco *et al.*, 2004), lo stato sanitario del popolamento non ha mostrato segni di ripresa.

Dai dati ricavati attraverso lo studio attuale, risulta che circa il 18% delle piante esaminate presentano chiaramente i segni ed i sintomi caratteristici (stroma, emissioni mucillagginose) dell'infezione dovuta all'agente patogeno *Biscogiauxia mediterranea*; inoltre, circa il 74% delle piante monitorate e appartenenti alla specie *Quercus suber* mostrano i chiari sintomi di deperimento (clorosi, filloptosi anticipata, microfillia, rami e branche secchi). Tale stato di stress può essere ricondotto, come affermato da Turco *et al.* (2004), con molta probabilità, alla drastica diminuzione delle precipitazioni avute negli ultimi venti anni e che ha raggiunto il picco massimo con la siccità dell'estate del 2003; questa ridotta disponibilità idrica, come enunciato da Manion (1991) è risultato quindi essere uno dei fattori incitanti l'attacco di *B. mediterranea*.

Continuando ad esaminare i risultati dei sopralluoghi emerge come la maggioranza delle piante colpite dall'endofita patogeno rientra nelle classi diametriche di 30 e 40 cm. Da sole queste due classi comprendono circa il 52% delle piante affette da "cancro carbonioso"; tale situazione potrebbe essere dovuta alla decorticazione che le piante di queste dimensioni subiscono periodicamente (8-9 anni). Infatti, dalle molte osservazioni effettuate alla fine di ogni sopralluogo e riportate nelle schede di monitoraggio, sembra che la pratica dell'asportazione del sughero dai fusti e dalle branche di *Q. suber* e *Q. morisii* sia tuttoggi una pratica in uso nella zona del Monte Pisano. Ancora, secondo le osservazioni e le ipotesi fatte al termine dei monitoraggi, scaturisce come le piante prive di sughero siano quelle più pesantemente colpite dal patogeno ed inoltre sembra che nessuna di loro mostri evidenti segni di una ripresa di vigore.

Peggiori sembrano gli effetti della mancanza di sughero nelle piante cresciute in zone dove si è ripetuto il passaggio di incendi; qui, come si può intuire, la mancanza della spessa corteccia ha impedito alle querce di proteggersi dalle elevate temperature e la percentuale di piante colpite dall'endofita è salita al 23%; inoltre il binomio mancanza di sughero e passaggio del fuoco ha accelerato l'evolversi della malattia che nella totalità dei casi si è dimostrata fatale mentre nelle restanti aree sembra essere in

una fase più arretrata. Il passaggio di incendi insieme alla asportazione del sughero può, secondo le nostre osservazioni, rientrare così tra i fattori che hanno scatenato il manifestarsi della malattia.

Importanti sono le considerazioni fatte in seguito al sopralluogo nelle zone sottoposte ad incendio. Infatti, rispetto alle altre aree, si fa evidente la ridotta presenza della lettiera e lo scarso spessore dell'orizzonte O, strato ricco di sostanza organica. Alla diminuzione di elementi nutritivi, di conseguenza si è aggiunto l'effetto del ruscellamento superficiale dovuto allo scorrimento dell'acqua piovana e tutto ciò ha contribuito ad aggravare ulteriormente la condizione di stress del popolamento quercino.

Da un'ulteriore osservazione dei boschi e, più precisamente, analizzando la distribuzione nello spazio delle piante colpite dalla malattia o deperienti, è stato possibile cogliere che la maggioranza di loro si trova ai margini del popolamento; al contrario, la frequenza di piante aggredite da *B. mediterranea* si riduce nelle porzioni più interne del bosco. Inoltre, le piante marginali mostravano stroma fungino sulle branche e sui rami apicali. Ad una prima osservazione, le piante sembravano rigogliose e non manifestanti sintomi di deperimento e/o di infezione fungina. Infatti, i rami mostranti stroma portavano foglie asintomatiche, come ad indicare uno stato vegetativo ottimale che porta, quindi, a pensare ad una recente esplosione dell'infezione. Secondo le nostre ipotesi questo fenomeno può essere spiegato dal fatto che, nelle zone marginali le sughere ricevono una maggiore insolazione, sono maggiormente esposte all'azione dei venti e sono sottoposte a forti escursioni termiche; fenomeni che accelerano l'evaporazione dell'acqua presente nel suolo e aumentano l'evapotraspirazione da parte degli organi fotosintetizzanti delle piante. Di conseguenza si possono instaurare nelle querce stati di stress fisiologico dovuto alla carenza idrica. Oltre a questi fattori naturali è da rilevare come, in alcune aree monitorate, i margini del bosco si trovino adiacenti a strade asfaltate dove il traffico è intenso (es. area 1 "le cave"); qui all'effetto provocato dagli eventi climatici si può sommare anche un fattore antropico dovuto all'esposizione delle sughere all'inquinamento causato dai veicoli in transito su queste stesse strade.

Dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni di stroma prelevati dalle sugherete e dal riconoscimento delle colture che ne sono scaturite è emersa la presenza dell'ascomicete *Biscogniauxia cinereolilacina* (Fig. 9), specie conosciuta in Europa centro-orientale (Bulgaria, Repubblica Ceca, Francia, Ungheria) ed in nord America

dove è stata rilevata su piante appartenenti al genere *Tilia*. La suddetta specie ha, come caratteristiche principali, la presenza di una superficie stromatica che va da un color porpora fino al grigio e il tubetto germinativo delle ascospore si sviluppa a partire da una fenditura circolare (Granmo e Petrini 1996). La presenza di questa nuova entità fungina non sembra essere comunque di rilievo ai fini dello studio effettuato in quanto, la crescita di questo micete sembra essere ristretta alle piante appartenenti al genere *Tilia*. Inoltre, la frequenza di isolamento di questa specie fungina non è stata tale da far sospettare una sua proliferazione nei tessuti legnosi delle specie quercine. È importante evidenziare il mancato isolamento da stroma del patogeno oggetto di studio, *B. mediterranea*. In realtà, le ascospore sono state raccolte dai periteci ma, una volta messe in coltura su substrato artificiale, le stesse non hanno mai germinato. Si ipotizza, oltre ad un avanzato stadio di invecchiamento dello stroma, una scarsa capacità germinativa delle stesse fuori dall'ambiente naturale. Allo stesso tempo si fanno evidenti molti isolati di *Trichoderma viride* e *Cladosporium cladosporioides*, specie fungine endofitiche a cui vengono attribuite attività antagoniste, ovvero che contrastano la crescita di funghi patogeni (Ragazzi *et al.* 2001); questo risultato potrebbe spiegare la ridotta presenza nei campioni legnosi dell'endofita responsabile della malattia.

Osservando invece i risultati ottenuti dal riconoscimento dei miceli sviluppati dai frammenti legnosi messi a coltura su substrato artificiale (PDA), si nota un'elevata frequenza di *B. mediterranea* (Fig 9); al contrario, la frequenza di funghi endofiti ritenuti antagonisti si riduce. Tale risultato porta ad ipotizzare come una ridotta presenza di microrganismi antagonisti possa aver quindi favorito la crescita di organismi patogeni.

Dai risultati delle interviste, effettuate in seguito al monitoraggio, emergono delle ulteriori indicazioni che possono agevolare la ricerca dei motivi che hanno portato al progressivo deperimento delle sugherete nel Monte Pisano; come emerso dai risultati esposti nel capitolo precedente, da almeno un secolo i boschi di *Q. suber* e *Q. morisii* non subiscono alcun tipo di cura selvicolturale. Questo tipo di gestione ha provocato nel tempo una evoluzione a favore delle specie tipiche della macchia mediterranea (*Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*, *Erica scoparia*, *Erica arborea*, *Cistus villosus*) che, nel tempo, hanno fortemente rallentato la rinnovazione naturale della sughereta portandola progressivamente ad uno stato coetaneo e, allo stesso tempo, ha reso maggiormente suscettibili a incendi i popolamenti.



Sulle origini dei boschi di querce da sughero non ci sono testimonianze che diano conferma all'ipotesi che attribuivano alle sughere un'origine antropica, imputata a passati impianti effettuati da contadini emigrati dalla Sardegna al comune di San Giuliano Terme. Infatti, dalle risposte date dagli intervistati e dai controlli fatti all'interno degli archivi comunali sembra che le sugherete siano, fin dall'antichità, presenti sul Monte Pisano; questa tesi viene avvalorata ulteriormente dall'analisi fatta sull'autoecologia della specie. La sughera, secondo Bernetti (1995), si distribuisce nel pieno della fascia meso-mediterranea (sottozona media del Lauretum) corrispondente al climax dei querceti di leccio e può risalire nella fascia sopra-mediterranea (Lauretum freddo) ed è proprio in queste due fasce che può rientrare il Monte Pisano.

Allo scopo di ricavare maggiori informazioni sulle origini dei boschi presenti sul rilievo pisano potrebbero essere utili le informazioni che, secondo le segnalazioni di dipendenti del Comune di San Giuliano Terme e degli intervistati, sono probabilmente contenute nei documenti all'interno delle molte ville presenti nella zona del Monte Pisano. Queste abitazioni, nel passato (XIV sec.), furono le residenze di personaggi illustri che con tutta certezza hanno modificato la vegetazione della zona per scopi commerciali tra i quali spicca la vendita di legname per l'industria navale pisana (Rapetti 2000).

Si ritiene opportuno ribadire come, le osservazioni riguardo l'altezza e il diametro ad 1.30 mt delle piante, oltre alla densità del bosco, sono frutto di stime soggettive e non derivano dall'impiego di strumenti specifici. In questo modo, anche il personale impiegato in comuni dotati di scarso budget finanziario, quindi impossibilitati ad acquistare strumentazione idonea a tali tipi di indagini, può avviare uno studio sanitario preliminare. Si rende però necessaria una modesta conoscenza della patologia delle piante forestali.

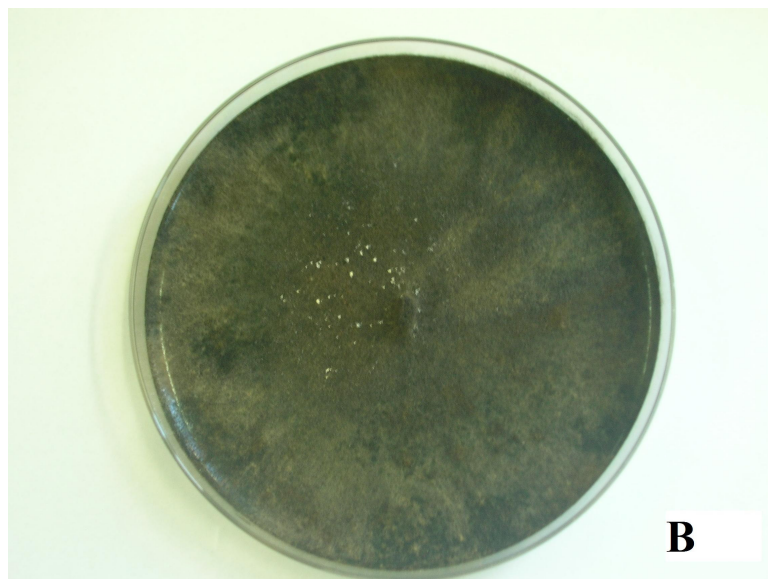


Fig. 9: Colture di *B. cinereolilacina* (A) e *B. mediterranea* (B) ricavate dagli isolamenti da stroma e da legno

## Bibliografia

- BERNETTI G. – 1995 – La sughera e la quercia spinosa. In: Bernetti G. Selvicoltura speciale. UTET. 324-329
- BERTACCHI A., SANI A., TOMEI P.E. – 2003 - La vegetazione del Monte Pisano. Felici Editore Pisa, ITA. 32 pp.
- CAPRETTI P., MUGNAI L. – 1987 - Disseccamenti di cerro da *Hypoxylon mediterraneum* (De not) Mill. (eds.) Informatore Fitopatologico **6**, 39-41
- CARROLL G.C.- 1986 - The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials. In: Fokkema N.J., Van den Heuvel J. (eds.), Microbiology of the Phyllosphere. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 205-222.
- FRANCESCHINI A., MADDAU L., MARRAS F. – 2002 – Osservazioni sull'incidenza di funghi endofiti associati al deperimento di *Quercus suber* e *Quercus pubescens*. In: Atti del Convegno nazionale l'Endofitismo di funghi e batteri patogeni in piante arboree e arbustive, Sassari. 313-325.
- GRANATA G., WHALLEY A.J.S., SIDOTI A. – 1996 - Caratteristiche tassonomiche dei generi *Hypoxylon* e *Biscogniauxia*. Micologia Italiana **1**, 23-26.
- GRANMO A., PETRINI L.E. -1996- A new species of *Lopadostomata* and the anamorph of *Biscogniauxia cinereolilacina*. Mycologia Helv. **8**, 43-50
- MANION P.D. - 1991 - Tree disease concept. Ptice Hall, New Jersey, USA: 402 pp.
- MARRAS F., FRANCESCHINI A., SECHI C. – 1990 – Stato attuale delle conoscenze sui miceti e sulle micosi della quercia da sughero ( *Quercus suber* L.). In: Ragazzi A., Tiberi R., Aspetti fitopatologici delle querce (eds.) Atti del convegno “Problematiche fitopatologiche del genere *Quercus* in Italia”. 47-62
- MILLER J.H. – 1961 - A monograph of the world species of *Hypoxylon*. Univ. Georgia Press, Athens, USA, 158 pp.
- PETRINI O. - 1991 - Fungal endophytes of tree leaves. In: Andrews J.H., Hirano S.S. (eds.), Microbial ecology of leaves. Springer-Verlag, New York, USA, 179-197.
- RAGAZZI A., 2000. Decline of oak species in Italy, problems and perspectives In: Dellavalle I., Moricca S., Capretti P. (eds.), Università degli studi di Firenze, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Firenze ITA, 88-87553-01-7.

- RAGAZZI A., MORICCA S., CAPRETTI P., DELLAVALLE I., MANCINI F., TURCO E. – 2001 - Endophytic fungi in *Q. cerris*: isolation frequency in relation to phenological phase, tree health and the organ affected. *Phytopathologia mediterranea* **40**, 165-428
- RAGAZZI A., MORICCA S., DELLAVALLE I. – 2004 – Endophytism in forest trees. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. 239 pp.
- RAPETTI F. - 2000 – Considerazioni sui caratteri climatici del Monte Pisano. In: Fantoni E. Narducci R. (eds.) *I Monti Pisani: il ruolo delle ANPIL per la conservazione e la valorizzazione del territorio*. Comune di San Giuliano Terme (PISA) Felici Editore 2003
- TURCO E., FANTONI E., MARIANELLI L. – 2004 - Disseccamenti da *Biscogniauxia mediterranea* in un popolamento di *Quercus morisii* (Monti Pisani). *Interventi di Risanamento. Informatore Fitopatologico* **4**. 50-53
- VALENTINI R., SCARASCIA MUGNOZZA G., GIORDANO E., VANNINI A. - 1993 – Water relations of mediterranean oaks: possibile influences on their dieback. In: Luisi N., Lorario P. Vannini A. *Proceedings of the international congress on “Recent Advanced Studies on Oak Decline”*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Italy. 439 - 446
- VANNINI A., LUISI N., MANICONE R.P., SICOLI G. – 1992 – Preliminary studies on predisposition to decline of some mediterranean oaks in relation to drought resistance. In: Luisi N., Lerario P., Vannini A., *Recent Advances in studies on oak decline* (eds.) Accademia Italiana di scienze forestali. 205-211
- WILSON D. - 2000 – Ecology of woody plants endophytes. In: Bacon C.W., White J.F.Jr (eds) “*Microbial endophytes*”. 389-420
- YU-MING JU, J.D. ROGERS – 1998 - The genus *Biscogniauxia*. *Mycotaxon* vol. LXVI. USA. 98 pp.