

VITTORIO SEU (*) - MARCO BOSCO (**)
FRANCO FAVILLI (***) - ANDREA TANI (****)

EFFETTO DEL PESO DELLE GHIANDE E DELL'INOCULAZIONE CON IL FUNGO ECTOMICORRIZICO *PISOLITHUS TINCTORIUS* (PERS.) SULLO SVILUPPO DI SEMENZALI DI *QUERCUS ILEX* L. IN VIVAIO(1)

FDC 232.324.2 : 181.351 : 176.1 *Quercus ilex* : 172.8 *Pisolithus tinctorius*

Il presente lavoro si proponeva di valutare il ruolo del peso della semente di Quercus ilex sullo sviluppo dei semenzali ed i suoi effetti sull'efficienza della micorrizzazione con Pisolithus tinctorius in piante allevate in vivaio. A tale scopo tre lotti di semi di peso diverso sono stati seminati su quattro diversi tipi di substrato: testimone, inoculato con P. tinctorius, pastorizzato, pastorizzato e inoculato con P. tinctorius. La prova è stata condotta su due blocchi.

Dai risultati emerge chiaramente che le dimensioni del seme hanno una notevole influenza sulle dimensioni dei semenzali. Anche l'inoculazione con P. tinctorius, che ha indotto la micorrizzazione sul 35% degli apici radicali, ha stimolato lo sviluppo dei semenzali e ha determinato una maggiore lunghezza delle radici fini. Da una più attenta analisi dei risultati sperimentali si osserva che l'inoculazione col fungo ectomicorrizico P. tinctorius produce effetti positivi sull'accrescimento dei semenzali, soprattutto nel caso di piante ottenute da semi grandi e medi. I semenzali derivati da semi piccoli fanno registrare più scarsi accrescimenti, indipendentemente dalla presenza dell'inoculo.

PREMESSA

La letteratura forestale è ricca di esperienze che dimostrano che il peso del seme, soprattutto per specie a semi grandi, e lo sviluppo dei semenzali sono fortemente e positivamente correlati. Per il genere *Quercus*, TRIPATHI

(*) Laureato in Scienze Forestali.

(**) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell'Università degli Studi di Firenze, sezione di Microbiologia.

(***) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali dell'Università degli Studi di Firenze.

(1) Lavoro svolto in parti uguali dagli autori, realizzato, in parte, con cofinanziamento MURST 40% 1998 «Metodi innovativi di rinaturalizzazione e gestione sostenibile dei sistemi forestali» Coordinatore nazionale Prof. Orazio Ciancio, e in parte con contributo per la Ricerca scientifica di Ateneo ex 60% 1998 «Metodi molecolari per la valutazione della biodiversità dei funghi micorrizici simbiotici di piante agrarie».

& KHAN (1990) osservano che i semenzali originati da ghiande più pesanti hanno percentuali di sopravvivenza e tassi di crescita epigei e ipogeï maggiori rispetto a semenzali originati da ghiande piccole.

Molti sono anche gli studi che hanno evidenziato i positivi effetti della micorrizzazione controllata sulla crescita dei semenzali di conifere e latifoglie. Tra questi merita di essere menzionato il lavoro di GROVE & LE TACON (1993). L'accrescimento dei semenzali risulta correlato positivamente con l'estensione della colonizzazione del fungo sugli apparati radicali (TROTYMOW & VAN DEN DRIESSCHE, 1990).

Nel presente lavoro – al fine di comprendere come la micorrizzazione interagisca col peso delle ghiande nei confronti dell'accrescimento di semenzali di *Quercus ilex* in vivaio – si sono impiegati semi di peso diverso. I semenzali da questi derivati sono stati, in parte, inoculati col fungo ectomicorrizico *Pisolithus tinctorius* Pers., e in parte non inoculati. Il confronto fra le tesi è avvenuto sulla base dello sviluppo degli apparati epigei e ipogeï, della estensione della micorrizzazione e dello sviluppo delle radici secondarie.

MATERIALI E METODI

Le ghiande di *Quercus ilex* sono state raccolte nell'autunno del 1997 in località «Monte Arci», complesso vulcanico situato nella Sardegna centro-occidentale, circa 20 Km a sud di Oristano. Dopo la raccolta le ghiande sono state conservate in cella frigorifera fino alla primavera successiva, alla temperatura di 2-3 °C. Le ghiande sono state previamente disinfettate con Benomyl (1g l⁻¹) in sommersione per 20 minuti al fine di evitare lo sviluppo di funghi dannosi.

Preparazione del campione di ghiande – Nella primavera del 1998, al fine di determinare la variabilità del peso della semente, 100 ghiande sono state estratte dal lotto di seme, in modo casuale, e poi pesate singolarmente. Il campo di variazione è risultato compreso tra 0,75 e 6,75 g. Sulla base della distribuzione delle frequenze ottenute, sono state definite 3 classi di peso, i cui valori centrali sono risultati: 1,75 g; 3,75 g; 5,75 g. Per ottenere il lotto di seme da destinare alla prova di vivaio, sono stati individuati 3 gruppi di 160 ghiande ciascuno, con pesi uguali o molto vicini a quelli dei valori centrali delle 3 classi, in modo da costituire le 3 tesi da porre a confronto: ghiande piccole (P), ghiande medie (M), ghiande grandi (G).

Preparazione del substrato di coltivazione – Per l'esperimento si è ricorso all'uso di fitocelle del volume di 1 l, impiegando il terriccio normalmente utilizzato in vivaio per la produzione commerciale. Si riportano di seguito i risultati delle analisi delle caratteristiche fisiche e chimiche del substrato

(metodo SISS): sabbia grossa 37,7%; sabbia fine 14,1%; limo grosso 16,2%; limo fine 17,1%; argilla 14,9%; pH (in acqua) 5,8; C organico 39,57 g/kg; fosforo assimilabile (P) 12,10 mg/kg; potassio scambiabile (K) 259,7 mg/kg; capacità di scambio cationico (CSC) 25,01 meq/100g. Le analisi sono state eseguite presso i Laboratori di analisi del suolo del Centro Regionale Agrario Sperimentale di Cagliari.

Su un totale di circa 500 litri di terreno necessari all'esperimento, la metà è stata pastorizzata mediante un getto di vapore a 90 °C per 30 minuti all'interno di un apposito contenitore metallico. Tale operazione si è resa necessaria al fine di eliminare i funghi presenti e di potere meglio interpretare i risultati della micorizzazione artificiale.

Preparazione dell'inoculo fungino – Il ceppo del fungo ectomicorrizico *Pisolithus tinctorius* è stato fornito dall'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) di Nancy (Francia). Il fungo è stato coltivato su PDA (Potato Dextrose Agar) alla temperatura di 20 °C per 30 gg. nel laboratorio della Sezione di Microbiologia del Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell'Università degli Studi di Firenze.

Realizzazione dell'impianto sperimentale – L'impianto sperimentale è stato costituito nel vivaio «Campu d'Isca» della Foresta Demaniale di Montimannu di Villacidro (CA). Le ghiande sono state seminate, una per contenitore, il 10 aprile del 1998. Si è adottato un disegno sperimentale che prevedeva la realizzazione di una parcella composta da 2 blocchi contenenti 240 fitocelle ciascuno. Ogni blocco è stato suddiviso in 4 gruppi di 60 fitocelle destinate ad ospitare il substrato sottoposto a trattamenti diversi:

SI: terreno pastorizzato e inoculazione del fungo *Pisolithus tinctorius*.

S: terreno pastorizzato senza inoculazione.

I: terreno non pastorizzato e inoculazione di *Pisolithus tinctorius*.

T: terreno non pastorizzato senza inoculazione.

Ogni gruppo di 60 fitocelle, destinato a ciascun trattamento del substrato, è stato ulteriormente suddiviso in tre parcelle elementari adiacenti contenenti 20 fitocelle ciascuna, destinate ad ospitare le tre categorie di seme (P, M e G). La disposizione dei gruppi di fitocelle destinati a ospitare i vari trattamenti e, entro questi, quelle da destinare alle varie categorie di seme, è avvenuta secondo criteri casuali. L'impianto sperimentale (Fig.1) risulta composto da un totale di 480 fitocelle. Le fitocelle sono state poste sopra griglie metalliche tenute a 20 cm di distanza dal terreno, al fine di evitare la penetrazione delle radici nel suolo e di ridurre il contatto del substrato, sottoposto ai vari trattamenti, con la microflora naturale. Le operazioni di inoculazione in vivaio sono avvenute nei primi giorni di luglio utilizzando una spatola di metallo. Sono stati distribuiti 2,4 cm³ di micelio per contenitore. L'inoculo è stato inserito nel substrato di coltivazione a circa 5 cm di profondità.

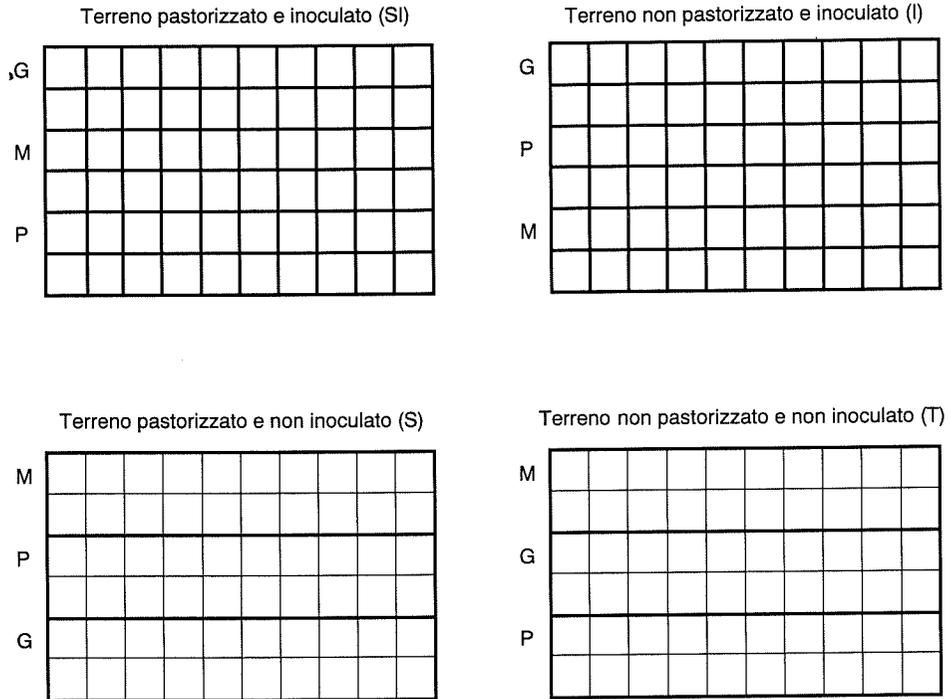


Fig. 1 – Impianto sperimentale. Esempio di 1 dei 2 blocchi.

Rilievi effettuati – Nel corso della prima stagione vegetativa sono stati eseguiti i rilievi relativi alla levata e alla mortalità dei semenzali (date: 30/5, 5/6 e 25/7). Si è proceduto inoltre, alla fine della prima stagione vegetativa (25/10), al rilievo della sopravvivenza, dell'altezza del fusto e del diametro al colletto delle piantine. Nell'autunno del 1998 è stato prelevato dal vivaio un campione di piante al fine di effettuare l'identificazione delle micorrize e rilevare, attraverso il metodo descritto da GIOVANETTI & MOSSE (1980), la percentuale di micorrizzazione ottenuta con il fungo *Pisolithus tinctorius*, la lunghezza e il peso secco delle radici fini.

Analisi statistica – I dati di altezza e diametro, rilevati alla fine della prima stagione vegetativa in vivaio, sono stati sottoposti all'analisi della varianza prendendo in considerazione le seguenti fonti di variazione: Blocco, Trattamento al substrato (SI, I, S e T), Dimensione delle ghiande (P, M, G) e tutte le relative interazioni. Nei casi in cui le analisi hanno evidenziato differenze significative, si è proceduto alla ulteriore analisi dei dati applicando il Test di Duncan.

RISULTATI

Nell'istogramma di Fig. 2, si riportano percentuale di levata, sopravvivenza e mortalità registrati durante e alla fine della prima stagione vegetativa. Si noti che il più basso tasso di levata registrato nel corso dei primi 49 giorni spetta alle ghiande di peso minore. La differenza rispetto alle altre 2 categorie di peso, verrà recuperata nel mese successivo. Al termine della stagione vegetativa il numero di semenzali registrati in vivaio è pressoché uguale per tutte le categorie di peso.

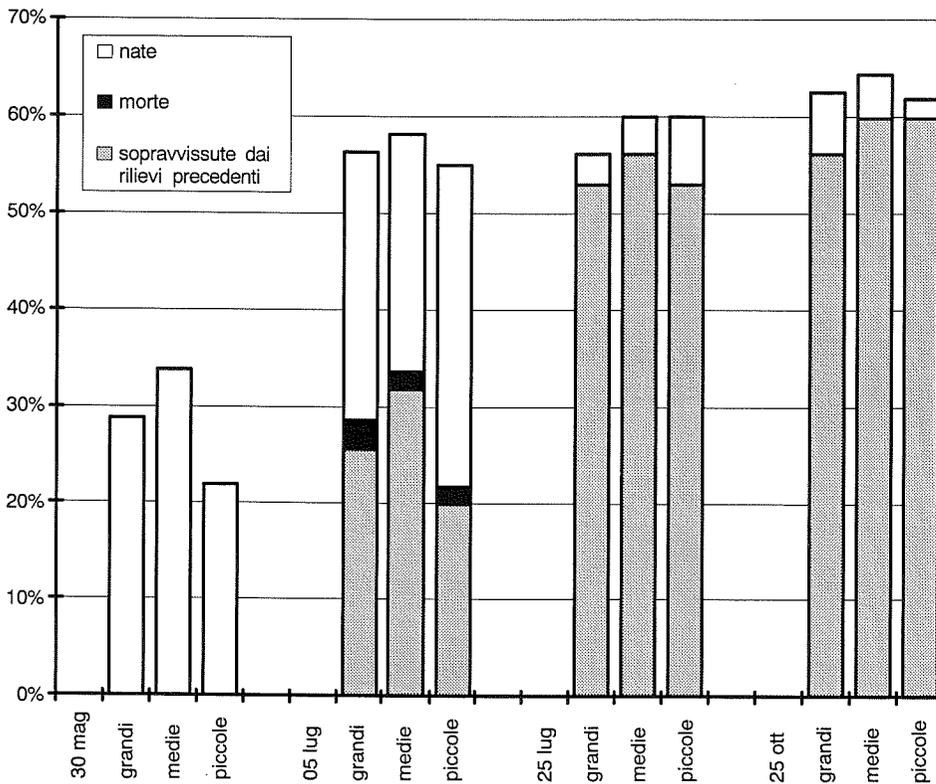


Fig. 2 - Percento di piante nate e morte nel corso della prima stagione vegetativa.

Nelle Tabb. 1, 2, 3, 4, e 5 sono riportati i risultati dell'analisi della varianza e del test di Duncan relativi ad altezza e diametro al colletto dei semenzali. Dall'esame delle tabelle emergono i seguenti risultati.

Altezza dei semenzali - La dimensione del seme, con valore di F molto significativo, si dimostra in grado di influenzare l'accrescimento dei semenzali. I semenzali originati da semi grandi e medi risultano significativamente

Tabella 1 – Risultati dell'analisi della varianza per l'altezza dei semenzali (uno o due asterischi indicano rispettivamente valori di F significativi o molto significativi).

ORIGINE	gl.	F
Blocco (B)	1	0,039
Dimensione seme (D)	2	22,756 **
Trattamento (Tr)	3	2,793 *
Interazione B×D	2	0,263
Interazione B×Tr	3	1,424
Interazione D×Tr	6	2,585 *
Interazione B×D×Tr	6	0,212
Errore	278	

Tabella 2 – Risultati del test di Duncan per dimensioni delle ghiande e trattamento relativi ad altezza.

DIMENSIONE GHIANDA	MEDIA (cm)
Grande	15,00 a
Media	14,76 a
Piccola	9,73 b
TRATTAMENTO	MEDIA (cm)
I	14,45 a
SI	13,51 ab
S	12,43 b
T	12,02 b

Tabella 3 – Risultati del test di Duncan per interazione D×Tr, sull'altezza dei semenzali.

INTERAZIONE D×Tr	MEDIA (cm)
Grande I	16,62 a
Media I	16,56 a
Media SI	16,31 a
Grande S	14,50 ab
Grande T	14,32 ab
Grande SI	13,68 ab
Media T	13,62 ab
Media S	12,26 bc
Piccola SI	10,04 c
Piccola S	9,97 c
Piccola I	9,2 cd
Piccola T	9,0 d

superiori a quelli derivanti da semi piccoli. Si osservano differenze significative anche tra le piante inoculate con *Pisolithus tinctorius* (SI e I), che fanno registrare i valori superiori, e quelle non inoculate (S e T). Anche l'interazione D×Tr presenta valori di F significativi. In particolare i maggiori valori di altezza media, sono stati registrati per quei semenzali originati da ghiande di peso maggiore e cresciuti su substrato trattato con *Pisolithus tinctorius*, per contro i valori minori spettano ai semi piccoli, indipendentemente dal trattamento al substrato.

Tabella 4 – Risultati analisi della varianza per il diametro al colletto dei semenzali (uno o due asterischi indicano rispettivamente valori di F significativi o molto significativi).

ORIGINE	gl.	F
Blocco (B)	1	0,206
Dimensioni (D)	2	22,011 * *
Trattamento (Tr)	3	2,058
Interazione BxD	3	0,538
Interazione BxTr	2	1,443
Interazione DxTr	6	1,997
Interazione BxDxTr	6	0,632
Errore	278	

Tabella 5 – Risultati del test di Duncan per dimensioni del seme.

DIMENSIONE GHIANDA	MEDIA (cm)
Grande	0,41 a
Media	0,38 a
Piccola	0,28 b

Diametro dei semenzali – L'effetto delle dimensioni della ghianda fa registrare valori di F altamente significativi. Anche in questo caso, come per l'altezza, i valori maggiori spettano ai semenzali ottenuti dalle ghiande grandi e medie, che si differenziano significativamente da quelli derivanti da semi piccoli. Per questo carattere non si osservano differenze significative imputabili al trattamento e all'interazione DxTr.

Nella Tab. 6, vengono riportati i valori medi del tasso di micorizzazione, della biomassa e della lunghezza delle radici fini, registrati utilizzando il metodo di GIOVANETTI & MOSSE (op. cit.). Dal confronto tra piante originate da ghiande medie, inoculate e non, si rileva a parità di peso secco, una maggiore lunghezza delle radici fini delle piante inoculate.

Dal confronto tra piante originate da ghiande di peso medio e piccolo, entrambe cresciute su suolo pastorizzato e inoculate, si rileva che ghiande di peso maggiore hanno dato luogo a semenzali con una maggiore biomassa radicale, una maggiore percentuale di micorizzazione e una maggiore lunghezza radicale.

Tabella 6 – Valori medi del peso secco delle radici (p.s.), della lunghezza delle radici e della percentuale di micorizzazione riferiti a semenzali di ghiande medie su substrato SI e S e di semenzali di ghiande piccole su substrato SI.

DIMENSIONI E TRATTAMENTO	P.S. RADICI (g)	LUNGH. RADICI (cm)	% MICORR. CON PISOLITHUS
M+SI	0,39	2015	35
M+S	0,39	1757	0
P+SI	0,23	1344	25

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dai risultati emerge chiaramente che l'impiego di ghiande di peso maggiore come l'inoculazione con *Pisolithus tinctorius* hanno un positivo effetto sullo sviluppo di semenzali di *Quercus ilex*.

Effetto del peso delle ghiande sulle dimensioni dei semenzali. Dall'esame dei dati relativi alla prova di vivaio emerge che all'aumentare del peso delle ghiande si ottengono semenzali di statura e diametro progressivamente maggiori. Come osserva MAGINI (1975) le maggiori dimensioni dei semenzali possono essere poste in relazione con la maggiore quantità di sostanze di riserva che le ghiande in tale caso possono utilizzare nelle prime fasi dell'accrescimento. La bibliografia forestale è ricca di risultati che tendono a confermare l'ipotesi che il peso del seme e lo sviluppo dei semenzali siano fortemente e positivamente correlati. Per il genere *Quercus*, TRIPATHI e KHAN (op.cit.) dai rilievi effettuati su *Quercus dealbata* e *Quercus griffithii*, al termine della prima e della seconda stagione vegetativa, osservano che i semenzali originati da ghiande più pesanti danno percentuali di sopravvivenza e tassi di crescita maggiori rispetto ai semenzali originati da ghiande piccole. Il peso della ghianda dimostra di avere un positivo effetto anche sullo sviluppo della componente ipogea dei semenzali.

Effetto della micorrizzazione sulle dimensioni dei semenzali. Dall'esame degli apparati radicali del sottocampione di 15 piante, è risultato che l'inoculazione con *Pisolithus tinctorius* ha sempre dato origine a ectomicorrize, fatto che ha determinato un effetto positivo sui parametri dell'accrescimento rilevati nella fase di vivaio.

Le numerose esperienze condotte da diversi autori in vivaio e in laboratorio con il fungo *Pisolithus tinctorius*, consentono di ritenere sufficiente la percentuale media di micorrizzazione (35%) da noi rilevata, a 4 mesi dall'inoculazione, sugli apparati radicali di 5 semenzali di *Quercus ilex* originati da ghiande di peso medio e cresciuti su substrato pastorizzato e inoculato. In una esperienza analoga DIXON *et al.* (1983) a 6 mesi dall'inoculazione controllata con *Pisolithus tinctorius* di semenzali di *Quercus velutina* seminati in vivaio su substrato sterilizzato, rilevò che il 40% delle radici fini di *Quercus velutina* formavano ectomicorrize con *Pisolithus tinctorius*. Nella nostra esperienza, l'analisi della varianza ha evidenziato differenze significative dell'ordine di 1 cm (8,1%) tra l'altezza dei semenzali inoculati con *Pisolithus tinctorius* e quelli non inoculati, indipendentemente dal peso delle ghiande che li hanno originati. In accordo con quanto trovato da DIXON *et al.* (op. cit.), MARX (1976) e GARBAYE (1990) per varie specie quercine, l'inoculo con funghi micorrizici agisce dunque positivamente sullo sviluppo in altezza e sulla biomassa aerea dei semenzali.

Prendendo in considerazione gli apparati radicali dei semenzali, si osserva una maggiore lunghezza delle radici fini nei semenzali originati da ghiande medie cresciuti su substrato pastorizzato e inoculato, rispetto ai semenzali originati sempre da ghiande medie cresciuti su substrato pastorizzato ma non inoculato. I risultati di tali osservazioni sono in accordo con quanto riportato da ALEXANDER (1981) il quale studiando l'effetto della micorizzazione di semenzali di *Picea sitchensis* con il fungo *Lactarius rufus* ha registrato, rispetto al testimone, addirittura il raddoppio della lunghezza totale delle radici laterali per le piante sottoposte ad inoculazione controllata.

È interessante notare che l'inoculazione col fungo micorrizico, se da un lato non determina un significativo aumento del diametro dei semenzali dall'altro fa registrare una certa superiorità in altezza. Anche dall'esame della Tab.6 si notano valori di biomassa radicale uguali per piante micorrizzate e non, derivanti dalla stessa categoria di seme. Solitamente i due parametri (altezza e diametro) risultano invece fortemente correlati. Tale fenomeno può essere spiegato col fatto che gli apparati radicali delle piante micorrizzate - in virtù degli scambi tra pianta e ospite e anche a causa di una maggiore efficienza strutturale (maggiore sviluppo delle radici fini) - possono essere sufficienti per apparati epigei anche più sviluppati.

Effetto congiunto del peso del seme e dell'inoculazione con Pisolithus tinctorius sullo sviluppo dei semenzali. Analizzando i meccanismi biochimici che sono alla base della simbiosi mutualistica tra fungo e pianta, HARLEY & SMITH (1983) hanno riconosciuto che nei principali tipi di micorrize fino al 30% dei carboidrati derivati dalla fotosintesi vengono trasferiti dalla pianta verso il micelio del fungo e vanno a costituire la principale fonte di nutrimento di quest'ultimo. Il fungo a sua volta, fornisce alla pianta acqua e sostanze nutritive quali P, K e N, assorbiti dalle frazioni organiche e inorganiche del suolo. È da tempo noto, anche grazie agli studi pionieristici di BJORKMAN'S (1942), che l'estensione dell'associazione tra funghi micorrizici e radici è funzione della quantità di zuccheri solubili presenti nelle radici. I funghi micorrizici non penetrano nelle radici se queste non contengono un certo quantitativo di carboidrati solubili.

Un primo vantaggio nell'uso di semi di maggiori dimensioni potrebbe, quindi, essere legato al fatto che i semenzali da questi derivati potrebbero emettere ipocotili più ricchi di zuccheri e quindi «appetibili» per il fungo. Considerando inoltre che la concentrazione di carboidrati solubili nelle piante è strettamente correlata con la capacità fotosintetica di queste e, quindi, indirettamente ad una maggiore dimensione della parte epigea, si può ipotizzare, sulla base di quanto sopra affermato, che le maggiori dimensioni delle ghiande, influenzando positivamente sulle dimensioni dei semenzali, sulla biomassa fogliare e quindi sulla capacità fotosintetica della

pianta nel suo complesso, possano determinare in modo indiretto un aumento della capacità della pianta di creare la simbiosi micorrizica. Considerando inoltre che per i semenzali originati da ghiande di maggiori dimensioni, al di là dei trattamenti effettuati, sono stati registrati in laboratorio i maggiori valori di biomassa radicale, si può ipotizzare anche che la maggiore superficie radicale contribuisca ulteriormente ad aumentare la probabilità che avvenga un contatto tra il fungo e l'ospite.

Dall'esame del test di Duncan relativo all'interazione tra dimensione del seme e trattamenti effettuati, si evidenzia inoltre che le minori altezze medie spettano ai semenzali ottenuti da ghiande piccole, indipendentemente dal fatto che siano stati trattati o no col fungo micorrizico. Ciò conferma che un maggior peso della ghianda, avendo un effetto marcato sullo sviluppo dei semenzali, predisponga gli stessi all'associazione radicale con funghi micorrizici.

La micorrizzazione dei semenzali di *Quercus ilex* in vivaio risulta altamente consigliabile a patto che le ghiande superino una certa dimensione. L'effetto della micorrizzazione è, infatti, risultato, nel nostro esperimento, subordinato all'effetto del peso del seme in base alle variabili prese in considerazione.

In conclusione i risultati ottenuti in vivaio nella prima stagione vegetativa e le analisi condotte in laboratorio, sottolineano l'influenza positiva esercitata dal peso delle ghiande di *Quercus ilex* sulle dimensioni dei semenzali e sulla percentuale di micorrizzazione ottenuta a seguito dell'inoculazione controllata con *Pisolithus tinctorius*. Le piante originate da ghiande di maggiori dimensioni e sottoposte ad inoculazione controllata, hanno mostrato valori medi di altezza, diametro al colletto e biomassa totale, maggiori rispetto a quelli di semenzali originati da ghiande di piccole dimensioni.

L'analisi degli apparati radicali condotta in laboratorio ha inoltre consentito di verificare che, a parità di dimensioni delle ghiande, i semenzali sottoposti ad inoculazione controllata hanno una maggiore lunghezza delle radici fini.

Da un punto di vista vivaistico, poiché i benefici dell'inoculazione aumentano progressivamente con l'estensione della colonizzazione del fungo ectomicorrizico sugli apparati radicali, risulta opportuno procedere all'inoculazione controllata di semenzali originati da ghiande di maggiori dimensioni: ciò permette di accorciare i tempi necessari per ottenere sugli apparati radicali una percentuale di micorrizzazione sufficientemente elevata. Se si tiene presente che il materiale considerato in questo lavoro è stato destinato al rimboschimento di una ex-cava, l'indagine potrà considerarsi conclusa solo dopo avere valutato, anche in campo, i risultati ottenuti impiegando postime inoculate e non, derivato da semi di dimensioni diverse.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia:

- l'Azienda Foreste Demaniali della Regione Sardegna che ha messo a disposizione, per la prima fase dell'indagine, il vivaio Montimannu di Villacidro (CA) e, inoltre, ha permesso di proseguire la ricerca, fornendo una fattiva collaborazione nella realizzazione di una prova sperimentale sul recupero di una ex cava situata nella F.D. Gutturu Pala (CA);
- il Prof. Alessandro Cristini, Presidente del Centro Regionale Agrario Sperimentale (CRAS), che ha messo a disposizione il personale e le strutture del Centro per le analisi delle caratteristiche fisico-chimiche del substrato di coltivazione;
- la Dott.ssa Elena Paoletti (Istituto per la Patologia degli Alberi Forestali, CNR-Firenze) e il Dr. Gianluca Giovannini (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze) per il prezioso aiuto fornito, rispettivamente, nelle indagini di laboratorio e nell'elaborazione statistica dei dati.

SUMMARY

Seed weight and *Pisolithus tinctorius* mycorrhization effect on the development of nursery grown *Quercus ilex* seedlings

Aim of this work was to evaluate the role of *Quercus ilex* seed weight on the development of nursery grown seedlings, and its effects on the efficiency of *Pisolithus tinctorius* mycorrhization. For this purpose seeds were divided into three lots according to their weight and sown on four different substrates: control, *P. tinctorius*-inoculated, pasteurized, pasteurized and *P. tinctorius*-inoculated. The test was conducted twice, in different blocks.

Our results clearly showed that the size of seeds has a great influence on seedling development. The inoculation with *P. tinctorius* induced ectomycorrhizae on 35% of the root tips, stimulated the development of *Quercus ilex* seedlings, and resulted in a greater elongation of fine roots. Moreover, from a thorough analysis of experimental data, we observed that the inoculation with the ectomycorrhizal fungus produced positive effects on the development of plants derived from large- and medium-sized seeds. Seedlings deriving from small-sized seeds recorded the poorest development either in presence of the inoculum or not.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER I.J., (1981) – *Picea sitchensis* and *Lactarius rufus* mycorrhizal association and its effects on seedling growth and development. Transactions of the British Mycological Society (76): 417-423.

- BJORKMAN E., (1942) – *Über die Nature der Myzorrhizasbildung bei Kiefer und Fichte*. Symbolae Botanicae Upsaliensis, (Vol. IV) pp. 1-190.
- DIXON R.K., WRIGHT H.E., GARRET G.S., COX G.S., JOHNSON P.S., SNADER I.L., (1983) – *Container and nursery grown black oak seedlings inoculated with Pisolithus tinctorius: growth and ectomycorrhizal development following outplanting on an Ozark clear cut*. Canadian Journal of Forest. Research 11: 492-496.
- GARBAYE J., (1990) – *Pourquoi et comment observer l'état mycorrhizien des plants forestiers*. Revue Forestiere Française XLII: 35-47.
- GIOVANNETTI M., MOSSE B., (1980) – *An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots*. New Phytologist (84): 489-500.
- GROVE T.S., LE TACON F., (1993) – *Mycorrhiza in plantation forestry*. In : Mycorrhiza Synthesis. Advances in Plant Pathology. Vol 9. Ed. I Tommerup. pp. 191-227 Academic Press, London.
- HARLEY J.L., SMITH S.E., (1983) – *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press, London.
- MAGINI E., (1975) – *Appunti di viaistica forestale, semi e piantine forestali*. Cusl, Firenze.
- MARX D.H., BRYAN W.C., CORDELL C.E., (1976) – *Growth and ectomycorrhizal development of pine seedlings in nursery soils infested with the fungal symbiont Pisolithus tinctorius*. Forest Science (22): 91-100.
- TRIPATHI R.S., KHAN M.L., (1990) – *Effect of weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of Quercus in a subtropical wet hill forest*. Oikos, (3): 289-296.
- TROTMYOW J.A., VAN DEN DRIESSCHER R., (1990) – *Mycorrhiza*. In : Mineral nutrition of Conifer Seedlings (ed. R. van den Driessche). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp.183-227.