



Produzione vivaistica di semenzali di latifoglie forestali

Un nuovo metodo con il progetto CRAFT

di LORENZO CICCARESE
STEFANO LUCCI
ELISABETTA MARGHERITI
BETI PIOTTO

Nei vivai dei 15 paesi dell'Unione Europea sono prodotte attualmente circa 1,7 miliardi di piante forestali, con una netta prevalenza delle conifere rispetto alle latifoglie.

Da qualche decennio, tuttavia, il graduale affermarsi di una selvicoltura sostenibile, attenta alle problematiche della biodiversità, dei cambiamenti climatici globali, degli incendi boschivi, della desertificazione e della produzione di legname di pregio, sta progressivamente spostando l'interesse del mercato, in Europa come nel resto del mondo, verso l'allevamento delle latifoglie. Più in generale, ai vivai forestali è chiesto di produrre una maggiore varietà di specie, sia arboree sia arbustive, per molteplici usi che includono le forme più consuete di afforestazione e riforestazione, d'intervento di ricostituzione del bosco e di arboricoltura da legno e spaziano fino al recupero di aree degradate o d'elevato interesse ecologico, alla costituzione di piantagioni finalizzate alla conservazione di specie minacciate o in pericolo e al mantenimento della qualità del paesaggio (LANDIS *et al.* 1993; DUMROESE *et al.* 1997; ROSE e HAASE 1998). In tutti i casi è evidente una maggiore propensione verso l'impiego delle latifoglie rispetto alle conifere e delle specie native rispetto a quelle esotiche (BARNETT 2002; COLOMBO 2003; PIOTTO e DI NOI 2001).

Questa tendenza si registra non solo nei paesi continentali e mediterranei, ma anche in quelli boreali dell'UE (Finlandia e Svezia), dove, da sempre, le attività di afforestazione e riforestazione sono state realizzate prevalentemente con due sole specie di conifere, *Pinus sylvestris* L. e *Picea abies* Karst. In Italia, questa tendenza è messa in evidenza sia dalla preferenza delle latifoglie nella realizzazione degli impianti d'arboricoltura da legno realizzate nello scorso decennio (COLLETTI 2001) sia dai programmi approntati dalle Regioni per l'applicazione dei Piani di Sviluppo Rurale per il quinquennio 2002-

2006 (ROSSI 2002; CESARO e PETTENELLA, in stampa).

Tale tendenza, che ha già impresso in passato un forte impulso allo studio della biologia, della fisiologia e delle tecniche di propagazione di specie forestali non tradizionali, è probabile che assuma nel prossimo futuro una forte accelerazione a livello europeo, stimolando anche un ulteriore miglioramento delle tecniche di produzione dei semenzali (cioè di piante generate da seme) di latifoglie.

In Europa in generale, ma soprattutto in Polonia e Francia, gli studi sul vivaismo delle specie latifoglie si sono prevalentemente concentrati sugli aspetti sementieri (SUSZKA e TYLKOWSKI 1981; MULLER *et al.* 1990; MULLER *et al.* 1991; SUSZKA *et al.* 1996, 2000; MULLER 1992; JENSEN 2002; FARCAS 2002; CHMIERLARZ 2002; BUJARSKA-BORKOWSKA 2002). Numerose ricerche sono state condotte anche sugli aspetti più propriamente vivaistici; esse tuttavia, sono apparse spesso episodiche, molto specifiche e condotte entro i singoli paesi senza la preoccupazione di diffonderne i risultati fuori dai confini nazionali e a beneficio delle imprese.

Comunque, grazie al lavoro svolto soprattutto nei paesi scandinavi e nel Nord America, sono disponibili tecniche molto avanzate per la produzione su larga scala di semenzali forestali di conifere. In sintesi, il metodo più diffuso si basa sull'impiego di seme ad elevata germinabilità (prossima al 100%), sulla semina di precisione in contenitori di piccole dimensioni e sull'alta densità

Nota generale: Questo studio riporta i primi risultati del progetto "Development of new technology for production of broad-leaved forest seedlings to promote sustainable management of European forestry", acronimo Broad-Tech, finanziato dalla Commissione europea, nell'ambito del V Programma Quadro di Ricerca, Quality of life, Thematic priority: 1.1.1.-5, Contract No: CRAFT-1999-70315.

BOX 1 - IL PROGRAMMA CRAFT DEL V PROGRAMMA QUADRO DI RICERCA DELLA COMMISSIONE EUROPEA

Il Programma Quadro di Ricerca della Commissione Europea (CE) ha una durata quinquennale e copre tutti i settori della ricerca, dello sviluppo tecnologico e delle attività dimostrative, che possono avere un impatto sullo sviluppo, l'occupazione, la salute, l'ambiente, la comunicazione e la mobilità. Con il V Programma Quadro, la CE ha lanciato un programma innovativo, CRAFT (www.cordis.lu), che ha permesso il coinvolgimento diretto delle piccole e medie imprese (PMI), struttura portante e decisiva dell'economia dell'UE, nei programmi di ricerca della CE. Gli obiettivi del CRAFT, erano quelli di:

1. migliorare l'impatto sociale ed economico dei progetti di ricerca, attraverso il rafforzamento dei meccanismi che consentono di assicurare la migliore possibile utilizzazione dei risultati, e allo stesso tempo la disseminazione e il trasferimento delle tecnologie prodotte;

2. facilitare l'accesso del mondo produttivo, particolarmente delle PMI, agli strumenti che finanziano l'innovazione e sostengono la creazione di imprese innovative;

3. stimolare la partecipazione delle PMI (sia quelle attive nella ricerca e nelle produzioni di tecnologie avanzate, sia quelle che non dispongono di capacità di sviluppare attività di ricerca o che non fanno ricorso a tecnologie avanzate);

4. aiutare le PMI a sviluppare le loro capacità tecnologiche, in modo particolare quelle operanti nelle regioni dell'UE meno favorite.

Per l'approvazione del progetto il V Programma richiedeva la partecipazione di almeno tre PMI di due paesi diversi e due istituti di ricerca di due paesi diversi. I contraenti del progetto CRAFT sono le PMI (che possono svolgere anche il ruolo di coordinamento), le quali trasferiscono i finanziamenti dei progetti finanziati alle istituzioni di ricerca per lo svolgimento delle attività. I progetti hanno una durata compresa tra 1 e 2 anni.

Il programma è stato riproposto con opportuni aggiustamenti anche nel VI Programma Quadro della CE attualmente in atto. Per favorire la partecipazione delle PMI al programma CRAFT, la CE ha messo in atto una serie di misure volte a facilitare i punti critici: dalla ricerca dei partner alla stesura di un progetto (www.apre.it).

(numero di semenzali per unità di superficie) di allevamento in vivaio. Viceversa, la produzione di latifoglie non ha raggiunto un equivalente sviluppo, poiché una serie di ostacoli impedisce di estrapolare ad una gran parte di esse il sistema di allevamento delle conifere. Un primo ostacolo è rappresentato dalla bassa facoltà germinativa di un certo numero di specie, che può causare numerose fallanze e la presenza di un alto numero di contenitori vuoti; oppure, nel caso si impiegasse più d'un seme per contenitore, la necessità di effettuare un diradamento. Tutto ciò fa lievitare i costi di produzione. Un ulteriore problema è rappresentato dalla dimensione relativamente grande e difforme dei semi di numerose latifoglie, che rende difficile la semina meccanica.

E' necessario, pertanto, sviluppare un nuovo metodo di produzione vivaistica, che consenta di raggiungere una soluzione in tempi rapidi e compatibili con le richieste di mercato. E' indispensabile anche intensificare la cooperazione tra i vivai e i centri di ricerca di paesi diversi, al fine di rendere più produttive le esperienze e immediatamente operativi i risultati conseguiti. A ciò occorre aggiungere che lo sviluppo di tecnologie per la produzione su ampia scala dei semenzali di latifoglie può essere di grande beneficio per piccole e medie imprese che intendano migliorare la loro competitività producendo semenzali di elevata qualità e a costi contenuti.

L'IDEA DI PARTENZA

E' nata così l'idea di formulare un progetto di ricerca, denominato "Development of new technology for production of broad-leaved forest seedlings to promote

sustainable management of European forestry" (acronimo *Broad-Tech*), successivamente approvato e finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma CRAFT del V Programma Quadro di ricerca (Box 1). Al progetto hanno partecipato tre imprese private (Vivaitorsanlorenzo, nei pressi di Roma), che è anche coordinatrice del progetto; Södra Skogsplantor AB (di Linneryd in Svezia), Frankfri Planter Aps (di Odensa in Danimarca) e tre istituti di ricerca (l'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente e per i servizi

tecnici-APAT, la Dalarna University di Garpenberg in Svezia e il Danish Institute of Agricultural Sciences di Foulun in Danimarca).

Il metodo prevede, essenzialmente, la semina e un allevamento iniziale in serra per poche settimane in minicapsule (con un volume di circa 50 cc), a densità elevata, fino a raggiungere dimensioni compatibili con il trapianto a densità minori, fino alla fine della stagione vegetativa. L'uso delle mini-capsule consente l'impiego di sistemi compatti, multipiano, ad alta densità, che comportano non solo un notevole risparmio di spazio e di energia, ma costituiscono un'alternativa più economica e più compatibile, da un punto di vista ambientale, rispetto alle tradizionali e dispendiose serre⁽¹⁾.

Lo sviluppo del metodo si è basato su due anni di attività: il primo destinato alla validazione biologica, attraverso test morfologici e fisiologici (sulla vitalità delle piante), delle diverse opzioni colturali, quali data e densità di semina e di trapianto, modalità di trapianto, tipo di substrato, fotoperiodo, ombreggiamento, epoca di estirpazione; il secondo anno, viceversa, destinato all'applicazione "industriale" e produttiva, utilizzando le opzioni colturali che avevano dato i risultati migliori nella fase sperimentale dell'anno precedente.

MATERIALI E METODI

Specie utilizzate

Inizialmente, da parte italiana, le prove sperimentali si dovevano concentrare sul frassino maggiore (*Fraxinus excelsior* L.) e sul faggio (*Fagus sylvatica* L.). Tuttavia, il lotto di semi di frassino acquisito nel 2001 (raccolto nel 2000) si è dimostrato di scarsa qualità ed è stato sostituito con olmo campestre (*Ulmus campestris* L.), che ha semi piccoli e senza dormienza (e come tale impiegabile senza aver dovuto eseguire alcun trattamento pre-semina).

Gli altri partner hanno svolto prove su *Betula pendula* Roth. e *Quercus robur* L..

Nel secondo anno di prove sono stati considerati sia l'olmo campestre sia il frassino maggiore, anche se quest'ultimo presenta problemi spaziali data la dimensione dell'ala, che rende non facile la semina in mini-contenitori.

Nella campagna 2001 sono stati quindi utilizzati:

- semi di olmo campestre, provenienti da S. Lazzaro, Bologna, raccolti nella primavera 2001;
- semi di faggio, di provenienza svedese, raccolti nell'autunno 2000.

I semi di olmo campestre non sono stati sottoposti ad alcun trattamento pre-semina, mentre i semi di faggio sono stati vernalizzati per due settimane.

Nel 2002 sono stati, invece, impiegati:

- semi di frassino maggiore provenienti dalla Danimarca e raccolti nell'autunno 2001;
- semi di olmo campestre provenienti da S. Lazzaro,

(1) Si pensi, ad esempio, alla forma tradizionale di coltivazione in serra, dove le piante rimangono nel corso dell'intera stagione vegetativa in un ambiente protetto, evidentemente sovra-dimensionato rispetto all'altezza finale dei semenzali.

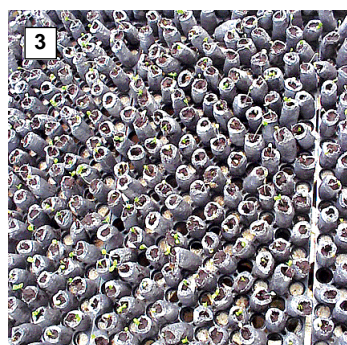
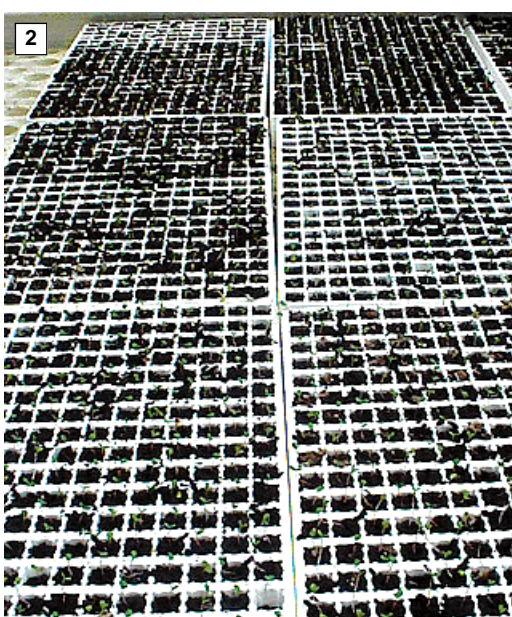
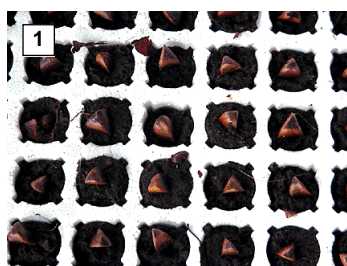
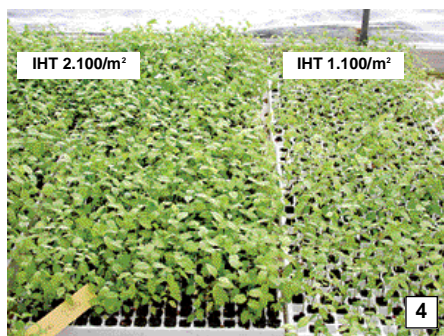


Foto 1 - Semi di faggio in mini-capsule IHT.
 Foto 2 - Mini-capsule IHT inserite in alveoli ricavati da vassoi di polistirolo espanso.
 Foto 3 - Compresse Jiffy.
 Foto 4 - Allevamento a diversa densità in IHT.



Anno	Specie	Sistema	Densità degli alveoli per m ²
2001	Olmo	Jiffy 7 – per selvicoltura	2.400
		Jiffy 7 – per selvicoltura (*)	1.200
		SP/IHT 504	2.100
	Faggio	SP/IHT 285	1.200
		SP/IHT 330	1.400
2002	Olmo	SP/IHT360 (*)	750
		SP/IHT360	1.500
		SP/IHT504	2.100
	Frassino	IHT/IHT540	2.250
		SP/IHT360	1.500
		IHT/IHT540	2.250
	Faggio	IHT/IHT209	870
		SP/IHT360	1.500

Tabella 1 - Sistema e densità di allevamento in serra o in ambiente protetto per le diverse specie impiegate.

* Densità ottenuta riempiendo un alveolo sì ed uno no.

Bologna, raccolti nella primavera 2002;

- semi di faggio, non dormienti (ovvero già pre-trattati), di provenienza francese e raccolti nell'autunno 2001.

Substrato e contenitori

Nella prima fase di allevamento, inclusa la semina, sono state utilizzate due tipi di substrato: le mini-capsule IHT (*International Horticultural Technology*) (Foto 1 e 2; www.ihort.com), prodotte negli Stati Uniti, e le compresse Jiffy (Foto 3; www.jiffyproducts.com), di origine norvegese, largamente diffuse nel vivaismo forestale. Le mini-capsule IHT sono inserite in appositi alveoli, ricavati in vassoi di polistirolo espanso. I vassoi sono prodotti in varie forme e da ditte diverse, sia europee sia statunitensi. Nelle prove in esame sono stati utilizzati vassoi *Synprodo-Plantpack* (SP), di fabbricazione olandese, della dimensione di 40 x 60 cm. Solo in alcuni casi, nel secondo anno di prove, sono stati utilizzati anche vassoi IHT. Il numero di alveoli per vassoio cambia a seconda della dimensione della mini-capsula. I vassoi impiegati nel primo anno hanno un numero di

alveoli, differenti per volume, variabile da 285 a 504, per una densità minima di 1200 e massima di 2100 celle per m² (Tabella 1 e Foto 4).

Le compresse Jiffy (denominate Jiffy-7 per selvicoltura) sono disposte in vassoi di plastica leggera e flessibile della dimensione di 25 x 51 cm, contenenti 300 capsule ciascuno, per una densità di 2400 celle per m². La densità di 1200 capsule per m² è stata ottenuta riempiendo una cella ogni due (Foto 3).

Per il trapianto da mini-capsule in contenitori più grandi sono stati utilizzati vasetti Jiffy 8 x 8, con fessure laterali, con volume di circa 200 cm³ (una parte dei semenzali prodotti è stato trapiantato in aiuole in pieno campo). Questi contenitori sono fabbricati con una miscela pressata di torba chiara di sfagno e fibra di legno, cui viene aggiunto carbonato di calcio per correggerne il pH, generalmente basso nella gran parte delle torbe commerciali per le esigenze delle latifoglie (CICCARESE 2000). I contenitori sono inseriti in vassoi di plastica leggera della dimensione di 32 x 55 cm, con 20 alveoli ciascuno.

Le mini-capsule IHT sono costituite da una miscela di materiali inorganici ed organici, ottenuta con uno specifico sistema di compostaggio (*Agriphillic Composting Process™*). La combinazione sinergica di ingredienti così conseguita crea condizioni favorevoli al rilascio di nutrienti. Le compresse Jiffy sono costituite da torba chiara di sfagno, pressata e avvolta da una rete leggera e biodegradabile. Il processo di fabbricazione prevede l'aggiunta di carbonato di calcio e magnesio per stabilizzare il pH del substrato su un valore di circa 4,5; non vengono aggiunti fertilizzanti. Al centro della compressa, un foro favorisce la collocazione del seme. La semina può essere effettuata facilmente sia prima sia dopo la bagnatura del substrato. La completa imbibizione provoca una rapida espansione delle compresse che, nel modello usato nel progetto, raggiunge una dimensione di 19 mm di diametro e 43,5 mm di altezza, per un volume complessivo di circa 25 cc. Nelle prove in esame, la semina è stata eseguita dopo l'irrigazione.

I vasetti Jiffy 8 x 8, utilizzati per il trapianto dell'olmo - allevato nei due tipi di substrato - in aiuole all'aperto, sono stati riempiti con un terriccio composto in prevalenza di torba mescolata con agriperlite, pomice e - in percentuale molto bassa - sabbia e concimi a lenta cessione (5 kg/m³ di substrato).

Semina

Nella campagna di semina del 2001 sono state utilizzate le compresse Jiffy e le mini-capsule IHT ad elevata densità di allevamento. In particolare l'olmo è stato seminato in mini-capsule IHT inserite in vassoi SP 504 e 285, ottenendo, rispettivamente, una densità di 2.100 e 1.200 semenzali per m² (Foto 4). Le compresse Jiffy-7 per selvicoltura (da 18 mm di diametro) sono state utilizzate per l'olmo a due diverse densità: 2400 e 1200 semenzali per m². Il faggio è stato seminato solamente con il sistema SP/IHT 330, corrispondente ad una densità di 1400 semenzali per m² (Foto 1) e col sistema



Foto 5 - Semenzale di faggio allevato con il sistema IHT al momento del trapianto.

SP/IHT 360, che ha consentito di ottenere una densità di 750 semenzali per m². I Jiffy 7 non sono stati usati per le prove sul faggio in quanto le dimensioni ridotte non consentivano una adeguata collocazione del seme nella compressa. Sulla base dei risultati del primo anno di attività nel corso del 2002, si è preferito utilizzare esclusivamente le mini-capsule IHT, combinate con i vassoi SP o IHT. Compatibilmente con le caratteristiche delle singole specie, sono state impiegate le densità più elevate. In particolare, il frassino maggiore è stato seminato agli inizi di aprile 2002 in prevalenza con il sistema SP/IHT 360 e IHT/IHT540 (corrispondenti a densità 1.500 e 2.250 semenzali/m²); il faggio è stato seminato, anch'esso il 3 e 4 aprile, con il sistema IHT/IHT 209 e SP/IHT360 (corrispondenti a densità 870 e 1.500 semenzali/m²) mentre l'olmo è stato seminato con il sistema SP/IHT 360 e 504 e IHT/IHT540 (corrispondenti rispettivamente a densità di 1.500, 2.100 e 2.250 semenzali/m²).

Germinazione e trapianto

Nel 2001, dopo la semina, le mini-capsule sono state mantenute in serra in condizioni ottimali per 5 e 7 settimane. Successivamente, in due date distinte, sono state trapiantate all'aperto. La Foto 5 mostra lo stadio di sviluppo e l'aspetto di un semenzale di faggio al momento del trapianto.

Metà dei semenzali allevati nei due tipi di mini-alveoli sono stati trapiantati in aiuole in piena terra, per la produzione di postime a radice nuda (Foto 6). Il trapianto in piena terra è stato realizzato manualmente, su aiuole di 1,20 di larghezza, lievemente sopraelevate rispetto al piano di campagna (15 cm circa), per favorire il drenaggio dell'acqua, lo sfittonamento e l'estirpazione finale delle piante; l'altra metà delle plantule è stata trapiantata nei vasetti Jiffy 8 x 8, sistemati in aiuole vicine alle precedenti. I semenzali di faggio sono stati invece trapiantati, alle stesse date, esclusivamente in aiuole in piena terra.

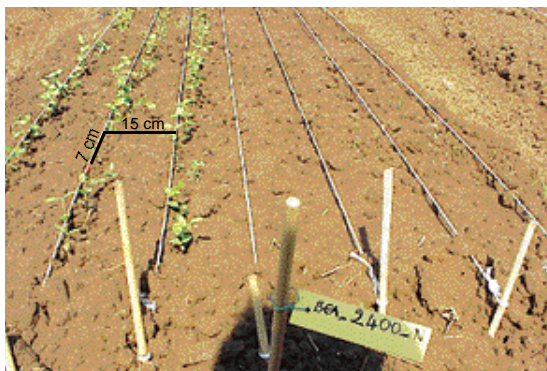


Foto 6 - Trapianti in aiuola in piena terra, per la produzione di postime a radice nuda.



Foto 7 - Aiuola di olmo campestre trapiantata meccanicamente.

BOX 2 - FINE ROOT (SHOOT) ELECTROLYTE LEAKAGE E ROOT GROWTH POTENTION O CAPACITY

In serra, in aiuola in pian'aria o nei luoghi di conservazione - dove rimangono tra la fine della stagione vegetativa e il trapianto successivo - le piante possono essere esposte a diversi tipi di stress (caldo, siccità, gelo, essiccamento, danni meccanici, ecc.), con effetti, spesso cumulabili, sulla loro vitalità.

La misurazione del Root Electrolyte Leakage (REL) può risultare efficace per valutare il grado di danneggiamento (e perdita di vitalità) che una pianta patisce a seguito di questi tipi di stress (McKAY 1992a; McKAY 1992b; DEANS et al. 1995). Il metodo è basato sul principio che le cellule danneggiate contengono membrane danneggiate, attraverso le quali il fluido cellulare può riversarsi all'esterno (leakage) ed essere quindi misurato. Per la realizzazione del test, vengono prelevate le radici (circa 50 g) con diametro inferiore a 2 mm, lavate in acqua corrente e rilavate in acqua de-ionizzata (da 3 a 5 volte). Il campione di radici viene immerso in una bottiglia contenente acqua deionizzata a conducibilità nota, EC(H₂O). Dopo averla tenuta in agitazione per 24 ore, a temperatura ambiente, viene misurata la conducibilità elettrica dell'acqua nella bottiglia, EC(24), come conseguenza della diffusione di soluti dalle cellule vegetali nell'acqua deionizzata. Quindi il campione viene posto in autoclave a 110 °C per 15 minuti, fatto raffreddare a una temperatura controllata (4°C) per 24 ore, prima che la conducibilità elettrica venga misurata ancora (Ecautocl). Il valore ottenuto dopo il trattamento in autoclave rappresenta il massimo versamento di elettroliti dall'interno all'esterno della membrana cellulare. Il danno che le cellule hanno subito viene espresso sotto forma di percentuale, secondo la formula. A una percentuale più elevata corrisponde una vitalità più elevata della pianta. Lo stesso test si può eseguire anche sulle parti epigee di una piante (Shoot Electrolyte Leakage).

La sopravvivenza e l'affermazione di una pianta dopo la messa a dimora dipen-

dono dal rapido assorbimento di acqua e di minerali. La capacità di assolvere questa funzione è legata al modo in cui i semenzali rinnovano intimo contatto con il suolo, attraverso l'iniziazione di nuove radici o l'elongazione di radici già esistenti. La possibilità di usare l'attività radicale di un semenzale come una misura indiretta dello stato fisiologico di un semenzale e della sua capacità di sopravvivere e affermarsi in pieno campo è stata suggerita da numerosi autori, in modo particolare per le specie e le condizioni del Nord America e dei Paesi Scandinavi e per materiale vivaistico allevato in contenitore; attualmente, il test più diffuso per la valutazione della attività radicale di un semenzale è il Root Growth Capacity (RGC) o Potential (RGP). Il metodo sviluppato da Mattsson (1991) si basa su un contenitore di acciaio inossidabile, a tenuta stagna, provvisto sul fondo di una base (anch'essa in acciaio) forata, rimovibile, rialzata di 3-4 cm rispetto al fondo del contenitore, la cui funzione è quella di permettere il drenaggio dell'acqua in eccesso, successivamente evacuata da una pompa aspirante; internamente il contenitore viene rivestito da un film di plastica, provvisto di fori di drenaggio nella parte centrale a contatto con la base forata precedentemente citata. Il contenitore viene riempito con un miscuglio di sabbia e torba (in parti uguali). I semenzali a radice nuda vengono sistemati direttamente nel substrato; i semenzali con pane di terra, invece, vengono allocati in una cassetta di plastica, in grado di ospitare da 4 a 5 semenzali, immersa a sua volta nel substrato di torba e sabbia. Le cassette vengono quindi immerse quasi per intero in una vasca, anch'essa di acciaio, ripiena d'acqua. Il test ha una durata di 3-4 settimane, in relazione al tipo di indagine da svolgere e alla specie, durante le quali la temperatura dell'ambiente viene mantenuta a 20±1 °C e il fotoperiodo è di 18 ore, ad una densità di flusso fotonico di 325 μmol m⁻² s⁻¹. Ovviamente è fondamentale mantenere un rigoroso controllo su tutti i parametri ambientali e per questo è essenziale disporre di una cella climatica. Alla fine del test, i semenzali sono rimossi dal contenitore d'acciaio. Tutte le radici formatesi e sviluppatesi dall'inizio del test sono prelevate, accuratamente lavate e poste in autoclave a 110 °C per 24 ore. Il peso secco delle nuove radici esprime il potenziale di performance dei semenzali.

Dopo il trapianto, i semenzali sono stati esposti a due diverse intensità di luce: quella naturale e quella ottenuta applicando sulle aiuole un telo ombreggiante all'80%. Per favorire la potatura all'aria delle radici i semenzali trapiantati in contenitore sono stati tenuti sollevati dalla superficie del suolo di circa 15 cm. Inoltre, per evitare la penetrazione delle radici nel terreno sottostante, la superficie dell'aiuola è stata coperta con un telo di plastica. Tutti i trattamenti sono stati irrigati in modo uniforme sulla base delle effettive necessità.

A metà maggio del 2002 è stato effettuato il trapianto per tutte le specie in piena terra. L'olmo è stato utilizzato prevalentemente per effettuare una prova di trapianto meccanizzato, effettuata con una trapiantatrice disponibile in azienda che si adattava bene alla dimensione delle mini-capsule IHT, sebbene abbia richiesto una verifica continua e, dove necessario, un ricalzo manuale (Foto 7).

Test di laboratorio

Nel 2001, in corrispondenza delle due date di trapianto, è stato prelevato per ciascun trattamento un campione di 30 semenzali, al fine di effettuare misure sulle caratteristiche morfologiche e analisi di comportamento fisiologico. Sono stati misurati i caratteri: altezza della parte epigea, diametro al colletto, peso secco e contenuto di umidità delle radici, del fusto e delle foglie. Inoltre, sono stati effettuati test fisiologici quali: *Root Growth Potential* (RGP), *Shoot Growth Potential* (SGP) (Box 2), come descritti da MATTSSON (1991; 1997), *Root Electrolyte Leakage* (REL) e *Shoot Electrolyte Leakage* (SEL)

(McKAY 1992a; 1992b). Per valutare la conformazione e il tipo di sviluppo subito dagli apparati radicali è stato usato il *root study box*, sviluppato da LINDSTRÖM (1981) (Foto 8 e 9).

Altre analisi sono state condotte dagli inizi di ottobre 2001 alla fine di dicembre. Campioni di trenta semenzali di olmo, prelevati da alcuni trattamenti (Tabella 2, n° 17, 18, 21 e 22) sono stati sottoposti, in diverse riprese, a misurazioni del REL e del SEL, per valutare il periodo migliore per l'estirpazione delle piante allevate in aiuole in piena terra. I test del REL e del SEL sono stati usati in diversi studi per analizzare il livello di dormienza e di altre condizioni fisiologiche di molte specie (LINDSTRÖM e NYSTROM 1987; McKAY 1992a) incluse alcune latifoglie, ma non l'*Ulmus campestris* L..

Comportamento a dimora

Durante l'ultima settimana di febbraio 2002, i semenzali di olmo e di faggio sono stati messi a dimora su un appezzamento all'interno del vivaio, 40 km a Sud di Roma. Il clima della stazione è caratterizzato da una temperatura media annuale intorno a 15°C e con medie di circa 23°C e 7°C rispettivamente nel mese più caldo e nel mese più freddo. Le precipitazioni medie annue sono di circa 781 mm, di

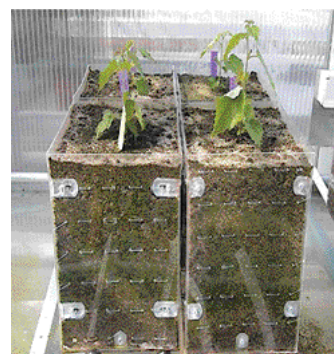


Foto 8 - *Root study boxes* (da MATTSSON 1991), usati nel progetto.

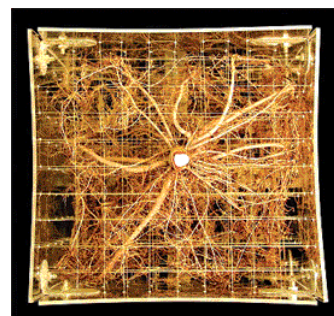


Foto 9 - Sistema radicale di olmo allevato in *Root study boxes*, visto dall'alto (da MATTSSON 1991).

N°	Tipo di contenitore	Densità (piante/m ²)	Settimane di crescita in serra	Tecnica di trapianto	Tecnica di crescita
<i>Ulmus campestris</i>					
1	S-P/IHT 504	2.100	5	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
2	S-P/IHT 504	2.100	5	da contenitore a contenitore	ombreggiato
3	S-P/IHT 504	2.100	5	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
4	S-P/IHT 504	2.100	5	da contenitore in piena terra	ombreggiato
5	S-P/IHT 504	2.100	7	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
6	S-P/IHT 504	2.100	7	da contenitore a contenitore	ombreggiato
7	S-P/IHT 504	2.100	7	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
8	S-P/IHT 504	2.100	7	da contenitore in piena terra	ombreggiato
9	S-P/IHT 285	1.200	5	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
10	S-P/IHT 285	1.200	5	da contenitore a contenitore	ombreggiato
11	S-P/IHT 285	1.200	5	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
12	S-P/IHT 285	1.200	5	da contenitore in piena terra	ombreggiato
13	S-P/IHT 285	1.200	7	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
14	S-P/IHT 285	1.200	7	da contenitore a contenitore	ombreggiato
15	S-P/IHT 285	1.200	7	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
16	S-P/IHT 285	1.200	7	da contenitore in piena terra	ombreggiato
17	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	5	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
18	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	5	da contenitore a contenitore	ombreggiato
19	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	5	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
20	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	5	da contenitore in piena terra	ombreggiato
21	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	7	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
22	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	7	da contenitore a contenitore	ombreggiato
23	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	7	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
24	Jiffy-7 per selvicoltura	2.400	7	da contenitore in piena terra	ombreggiato
25	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	5	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
26	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	5	da contenitore a contenitore	ombreggiato
27	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	5	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
28	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	5	da contenitore in piena terra	ombreggiato
29	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	7	da contenitore a contenitore	non ombreggiato
30	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	7	da contenitore a contenitore	ombreggiato
31	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	7	da contenitore in piena terra	non ombreggiato
32	Jiffy-7 per selvicoltura	1.200	7	da contenitore in piena terra	ombreggiato
<i>Fagus sylvatica</i>					
1	S-P/IHT 330	1.400	7	da contenitore in piena terra	ombreggiato
2	S-P/IHT 330	1.400	7	da contenitore in piena terra	non ombreggiato

Tabella 2 - Trattamenti inclusi nella sperimentazione e nella prova di compartamento in pieno campo per *Ulmus campestris* e *Fagus sylvatica*.

cui solo 55 mm cadono nella stagione estiva. L'appezzamento ha ospitato in passato piantagioni vivaistiche. Agli inizi di novembre 2001 è stata eseguita una aratura profonda (circa 40 cm) e agli inizi di marzo 1992 una erpicatura. Il suolo, nel profilo lavorato, presenta una percentuale di sabbia che oscilla dal 50% al 60%, mentre il complemento a 100 è costituito da limo e l'argilla rappresentati nella stessa frazione. Il pH varia tra 7,0 e 7,3. Il suolo, profondo da 0,80 a 1,00 m, ha una leggera presenza di scheletro ed è ben drenato.

Al momento di costituire l'impianto, un campione di 30 semenzali è stato prelevato e inviato all'Università di Dalarna per condurre test di RGP e SGP e per lo studio degli apparati radicali.

La piantagione è stata realizzata adottando uno schema sperimentale a blocchi completi randomizzati. Ognuno dei 32 trattamenti per l'olmo è stato replicato 4 volte (Tabella 2). Per il faggio è stato possibile utilizzare solo 2 trattamenti (gli unici di cui erano rimaste un numero sufficiente di piante per eseguire la prova di comportamento in campo). Ogni parcella è stata realizzata utilizzando 25 piante, disposte alla distanza di 50 cm x 50 cm.

Subito dopo la messa a dimora, è stata misurata l'altezza e il diametro al colletto (2 cm sopra terra) dei semenzali provenienti dalle diverse tesi messe a confronto. Il comportamento in campo delle piante è stato valutato

misurandone la sopravvivenza, la conformazione del fusto e lo sviluppo in altezza e diametro. Sono state calcolate le relazioni esistenti tra le caratteristiche morfologiche e fisiologiche che rappresentano la qualità delle piante (misurate al trapianto, estirpate al momento della messa a dimora in vivaio) e il successivo comportamento in pieno campo.

RISULTATI

Densità, periodo d'allevamento prima del trapianto e tipo di substrato impiegati

Al fine di valutare gli effetti delle diverse tecniche impiegate nell'allevamento dei semenzali, si è proceduto alla misurazione dell'altezza, del diametro al colletto, del peso secco (ripartito in tre componenti: foglie, stelo e apparato radicale) dei semenzali al termine di 5 e 7 settimane dalla semina, allevati nei due tipi di contenitore e alle due diverse densità. Tali valori sono presentati nei Grafici 1-4 per l'olmo, allevato sia in IHT sia in Jiffy e in Grafico 5 per il faggio allevato in IHT.

Dall'analisi delle misure emerge che, al momento del trapianto, il peso secco e il diametro dei semenzali di olmo allevati in IHT sono significativamente maggiori rispetto agli stessi parametri delle piante allevate in Jiffy, sia dopo 5 settimane dalla semina sia dopo 7 settimane. Non esistono invece differenze significative per l'al-

tezza dei semenzali allevati con i due tipi di substrato nelle due diverse condizioni di densità e dei due periodi di allevamento in serra a partire dalla semina.

Il prolungamento della permanenza in serra, dopo la semina, da 5 a 7 settimane, produce effetti positivi, sia nelle piante allevate in IHT sia in quelle allevate in Jiffy, sul peso secco delle radici, ma non sul peso secco del fusto e delle foglie, né sull'altezza e il diametro.

La diversa densità di semina ha prodotto effetti rilevanti solo nel caso dell'altezza dei semenzali allevati in Jiffy, maggiore alla densità di 2.400 compresse/m².

Per quanto riguarda il faggio, i risultati (Grafico 5) indicano misure di peso secco, altezza della parte epigea e diametro al colletto significativamente maggiori per i semenzali allevati a maggiore densità (1.400 mini-capsule/m²).

L'RGP e l'SGP sono stati determinati, per tutti i trattamenti previsti nel disegno sperimentale, in corrispondenza di specifiche date di trapianto. I dati di RGP indicano un risultato chiaramente migliore per semenzali di olmo allevati in IHT, piuttosto che in Jiffy (Grafico 6 e 7). Tali differenze sono particolarmente evidenti nei semenzali allevati per 5 settimane in serra prima del trapianto, mentre tendono a ridursi nei semenzali allevati per 7 settimane. Al contrario l'uso dei due diversi substrati di allevamento non hanno avuto effetti significativi sull'SGP.

L'RGP dei semenzali allevati col sistema Jiffy non ha fatto emergere differenze significative tra le due densità di allevamento e le due date di trapianto. L'SGP si è rivelato invece nettamente inferiore nei semenzali allevati alle maggiori densità, ed è stato influenzato in senso positivo dal prolungamento da 4 a 7 settimane del periodo di allevamento precedente al trapianto.

L'RGP e l'SGP dei semenzali allevati in mini-capsule IHT sono risultati significativamente più alti per la densità di 1100/m² e per il trapianto dopo 7 settimane.

5 settimane dopo la semina, il substrato IHT ha fatto rilevare valori di RGP e SGP più elevati rispetto al Jiffy. Le differenze si sono ridotte dopo 6 settimane.

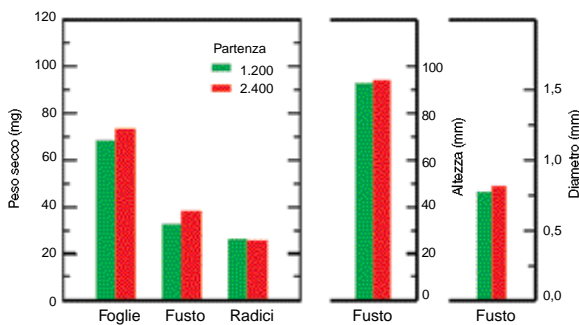
L'RGP e l'SGP dei semenzali di faggio non sono risultati significativamente diversi nel confronto tra i regimi di densità di allevamento (Grafici 8).

Ombreggiamento

Per valutare i possibili effetti dell'ombreggiamento sullo sviluppo dei semenzali è stata effettuata una misurazione del REL e del SEL su campioni di semenzali allevati in serra 5 o 7 settimane con mini-capsule IHT e trapiantati, all'aperto, in aiuole in piena terra. La misurazione è stata eseguita su campioni di 30 semenzali, estirpati alla 41^a, 45^a e 50^a settimana dell'anno, ossia a metà ottobre, inizi novembre e metà dicembre.

Il SEL, sia dopo 5 sia dopo 7 settimane di allevamento in serra, manifesta complessivamente una lieve diminuzione, soprattutto dopo la terza estirpazione. Dopo 5 settimane non si sono verificate, invece, differenze sensibili tra le tesi ombreggiate e quelle non ombreggiate. Mentre per i semenzali trapiantati dopo 7 settimane, alla prima data di prelievo (41^a settimana) il SEL delle tesi ombreggiata e non ombreggiata differisce nettamente (Grafici 9-12). La

Grafico 1



Peso secco, altezza e diametro al momento del trapianto in semenzali di olmo allevati in Jiffy (Grafico 1) e IHT (Grafico 2) a due densità, per cinque settimane tra semina e trapianto.

Grafico 2

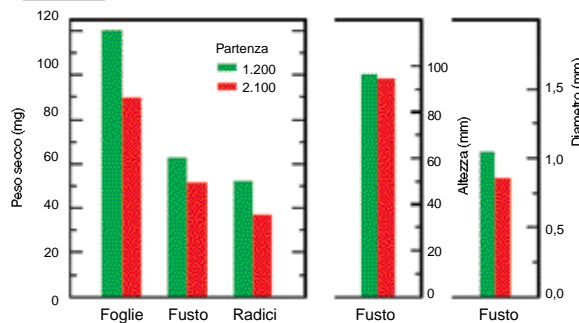
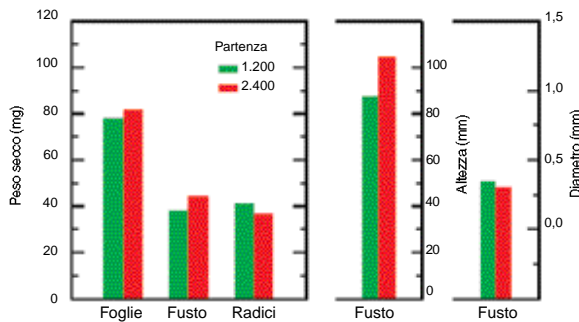
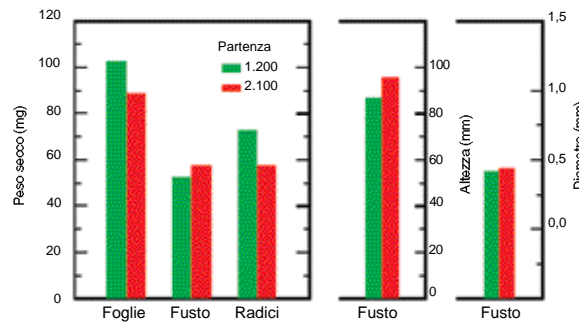


Grafico 3



Peso secco, altezza e diametro al momento del trapianto in semenzali di olmo allevati in Jiffy (Grafico 3) e IHT (Grafico 4) a due densità, per sette settimane tra semina e trapianto.

Grafico 4



differenza tende poi a ridursi progressivamente nei successivi prelievi (45^a e 50^a settimana).

Una diminuzione più evidente si verifica per il SEL_{diff-25}, ossia quando i semenzali campionati vengono congelati a -25°C. Dopo 5 settimane di allevamento in serra, il suo valore decresce dal 52% circa in occasione della 41^a settimana fino a valori del 40% per la 45^a e del 19% per la

Peso secco, altezza e diametro al momento del trapianto in semenzali di faggio allevati in IHT a due densità, per sette settimane tra semina e trapianto.

Grafico 5

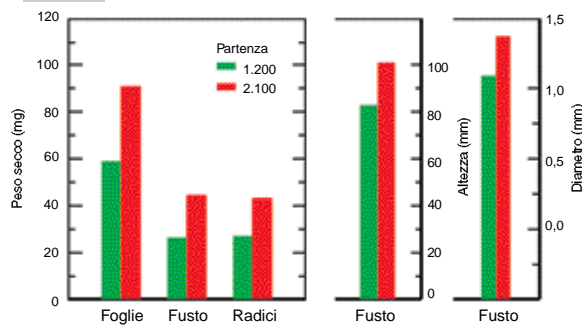
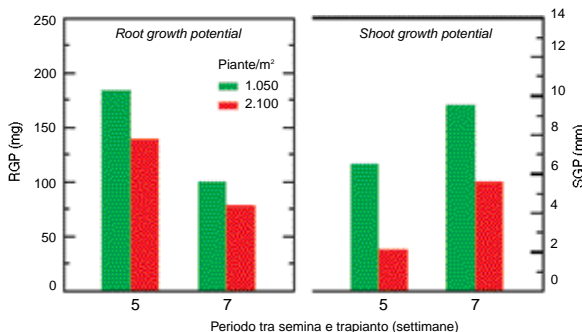
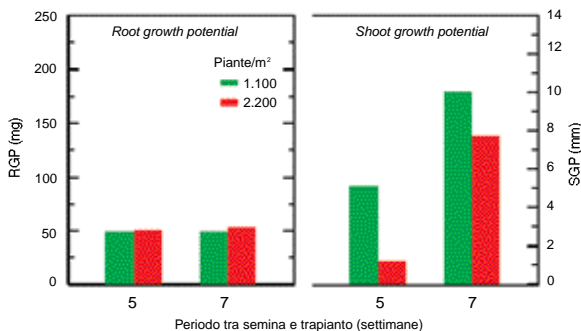


Grafico 6



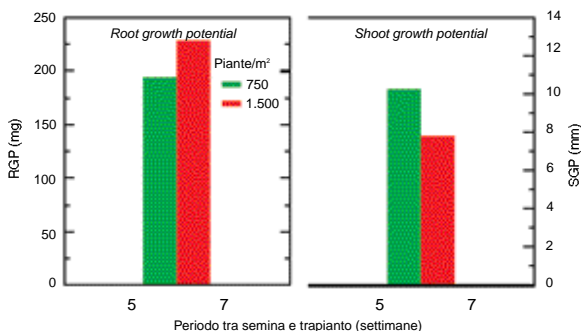
Root growth potential e Shoot grow potential al momento del trapianto in semenzali di olmo allevati in IHT (Grafico 6) e Jiffy (Grafico 7) a due densità, per cinque e sette settimane tra semina e trapianto.

Grafico 7



Root growth potential e Shoot grow potential al momento del trapianto in semenzale di faggio allevati a due densità, per cinque e sette settimane tra semina e trapianto.

Grafico 8



50ª settimana, per i semenzali non ombreggiati; mentre, per i semenzali ombreggiati, il SEL_{diff-25} diminuisce dal 52% circa nella prima data di prelievo al 35% nella 45ª settimana fino al 18% nella 50ª settimana. Dopo 7 settimane, per i semenzali non ombreggiati, il SEL_{diff-25} diminuisce dal 58% circa per la prima data di prelievo fino al 39% nella 45ª settimana e al 20% nella 50ª settimana;

mentre per i semenzali ombreggiati il SEL_{diff-25} diminuisce dal 53% circa per la 41ª settimana fino a valori rispettivamente del 31% e del 22% nelle successive settimane.

Per la tesi non ombreggiata, il REL dei semenzali trapiantati dopo 5 settimane è diminuito dal 22% (41ª settimana) fino al 13% (50ª settimana). Il REL_{diff-25} è diminuito significativamente dalla 41ª alla 45ª settimana, per subire poi un aumento più o meno accentuato a seconda della tesi di ombreggiamento (Grafico 11).

Il REL dei semenzali allevati in serra per 7 settimane non registra, alla prima data di prelievo, nessuna differenza tra i trattamenti ombreggiato e non ombreggiato. Per i semenzali ombreggiati, il REL diminuisce dal 24% alla 41ª settimana fino al 13% alla 50ª settimana; per i semenzali non ombreggiati, il REL rimane stabile dalla 41ª alla 45ª settimana e diminuisce fino al 13% alla 50ª settimana. I valori di REL_{diff-25} diminuiscono rapidamente passando dalla 41ª alla 45ª settimana, per subire poi una stasi (ombreggiato) o un aumento (non ombreggiato) (Grafico 12).

Trapianto all'aperto in contenitori più grandi o in aiuole in piena terra

Al termine della stagione vegetativa è stato valutato lo sviluppo dei semenzali di olmo in base a misure di peso secco delle varie componenti e di altezza e diametro al colletto (2 cm sopra terra) del fusto. L'altezza e il diametro, se confrontati a quelli rilevati subito dopo il trapianto, hanno mostrato aumenti più marcati nei semenzali allevati in aiuole in piena terra rispetto a quelli allevati nei vasetti. L'altezza (74,9 cm +/- 25,3) e il diametro (6,95 mm +/- 2,1) rilevati nei semenzali trapiantati in aiuole in piena terra sono risultati complessivamente maggiori rispetto a quelle dei semenzali trapiantati in contenitore, con differenze rispettivamente del 27% e del 37%.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati indicano che i semenzali allevati col sistema SP-IHT/IHT mostrano uno sviluppo delle radici e della parte ipogea della pianta migliore da un punto di vista morfologico rispetto al sistema Jiffy. Una spiegazione si può trovare sia nel modo con cui le radici si sviluppano, fin dall'inizio, all'interno dei rispettivi substrati sia, anche, nel disegno del vassoio di plastica della Jiffy che, data la particolare configurazione dei margini ove poggia il bordo inferiore delle compresse, può causare la spirallatura delle radici.

Si è osservato che nelle mini-capsule IHT il fittone è in genere penetrato verticalmente e in posizione centrale. Questo potrebbe essere stato favorito dall'omogeneità del substrato e da una distribuzione uniforme dell'umidità. Inoltre, si è osservato che quando gli apici radicali raggiungono il fondo della mini-capsula, per effetto della potatura all'aria, gran parte delle radici tende a svilupparsi lateralmente e con notevole vigoria. Ne risulta un sistema radicale di colorazione chiara, non suberificato e ricco di apici radicali ("punte bianche") che alimentano efficacemente lo sviluppo della parte ipogea, assumendo acqua e nutrienti. Al contrario, nelle compresse Jiffy, molto spesso, il fittone non è riuscito a penetrare il substrato fino alla base ma è fuoriuscito lateralmente, frapponendosi tra il substrato e la rete di contenimento. Questa situazione potrebbe essere

causata da un'irregolare distribuzione dell'acqua e da ostacoli di natura fisica dovuti a disomogeneità del substrato.

Il confronto tra le diverse densità (Tabella 1) applicate durante l'allevamento in serra, almeno per il periodo di 5 settimane, non ha evidenziato differenze nello sviluppo dei semenzali. Ciò sembra dimostrare che non si siano verificati fenomeni di competizione per luce, acqua ed elementi nutritivi e, in ragione dei minori costi, che si potrebbero preferire le densità maggiori. Probabilmente ci si può spingere ad utilizzare densità di semina anche dell'ordine di 3.000 semenzali/m² senza avere effetti negativi sulla qualità delle piante.

Il sistema Jiffy ha favorito la deformazione delle radici e, in particolare, la spirallatura sia dopo 5 che dopo 7 settimane di allevamento in serra. Queste deformazioni sono persistite e si sono amplificate dopo il trapianto in contenitore e in aiuola in pieno campo. In Foto 10 si può osservare la deformazione dell'apparato radicale di un semenzale di olmo, allevato nell'apposito contenitore per lo studio delle radici (*root study box*).

Anche nel caso del faggio, non si sono verificate differenze nello sviluppo dei semenzali in relazione alle diverse densità di allevamento. Tuttavia, la bassa facoltà germinativa del seme ha provocato numerose fallanze e non ha consentito che si verificassero condizioni per la competizione nei confronti della luce.

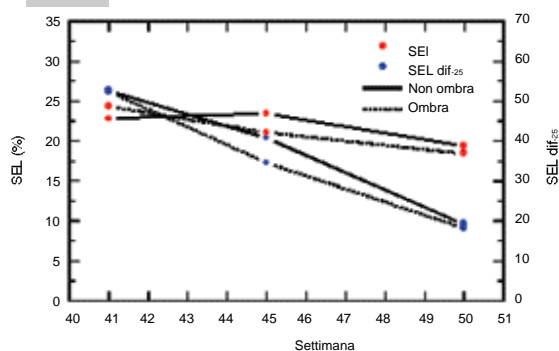
I risultati indicano che una permanenza di 5 settimane in serra o in ambiente protetto è sufficiente a garantire che i semenzali raggiungano caratteristiche morfologiche e fisiologiche idonee per il trapianto e lo sviluppo all'aperto. Durante questo periodo, in un vassoio per la germinazione, la temperatura dovrebbe essere mantenuta entro l'intervallo di 20-22 °C. L'umidità relativa, invece, andrebbe regolata intorno all'80% durante la prima settimana per poi ridurla al 60%. Durante queste 5 settimane è opportuno applicare una fertilizzazione.

È estremamente importante captare il momento più opportuno per il trapianto, in modo da evitare i periodi caldi estivi. Quando il trapianto è stato effettuato dopo 5 settimane di permanenza in serra, coincidente con l'inizio di Luglio, il comportamento dei semenzali nelle aiuole in piena terra è stato ottimale. Quando, invece, il trapianto è stato effettuato dopo 7 settimane, a metà Luglio, le temperature più alte, i venti caldi e la minore umidità atmosferica hanno causato una rapida e severa disidratazione dei semenzali, riducendone la crescita e la vitalità.

Un secondo fattore importante per il trapianto è sembrato il metodo di allevamento. La tecnica a radice nuda è risultata migliore rispetto al trapianto in contenitore. Infatti, nonostante sia stato utilizzato lo stesso regime di irrigazione, i semenzali in contenitore hanno subito un forte stress rispetto ai semenzali trapiantati direttamente in piena terra e, in molti casi, si sono disidratati rapidamente. Inoltre, in piena terra i semenzali hanno potuto trarre profitto da una maggiore disponibilità di nutrienti.

Fatto salvo che il regime di irrigazione sia adeguato, nelle condizioni Mediterranee e italiane, sembra essere più appropriato il trapianto in aiuola in piena terra. Questa tecnica di allevamento riduce anche l'impiego di torba, comportando benefici economici e procedure più compatibili

Grafico 9



Shoot electrolyte leakage (SEL) di semenzali di olmo in IHT per cinque settimane (**Grafico 9**) e sette settimane (**Grafico 10**) prima del trapianto. Dopo il trapianto metà delle piantine sono state ombreggiate in pieno campo.

Grafico 10

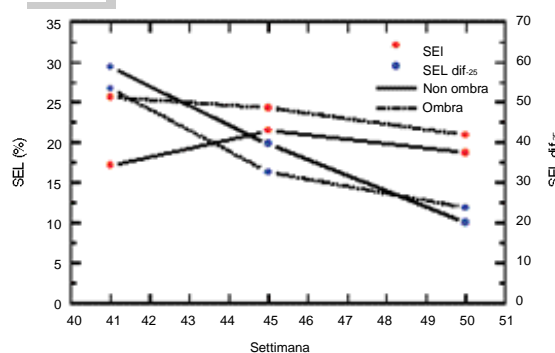
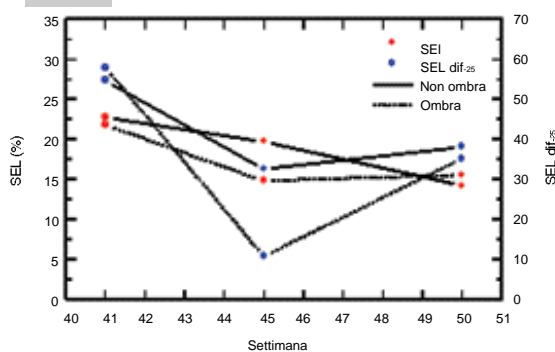
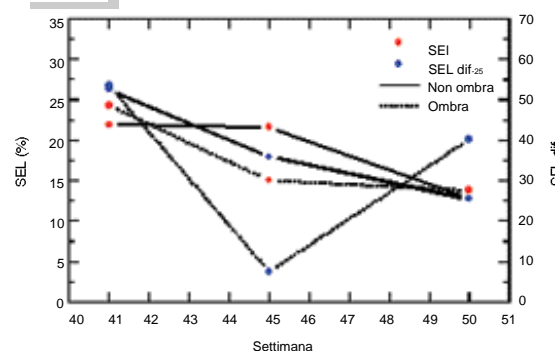


Grafico 11



Root electrolyte leakage (SEL) di semenzali di olmo in IHT per cinque settimane (**Grafico 11**) e sette settimane (**Grafico 12**) prima del trapianto. Dopo il trapianto metà delle piantine sono state ombreggiate in pieno campo.

Grafico 12



da un punto di vista ambientale.

Ciò che conta, in realtà, non è tanto la data del trapianto in sé, quanto le effettive condizioni climatiche in cui il trapianto viene realizzato e che possono cambiare da un anno all'altro. Per ovviare a repentini innalzamenti di temperatura

o a periodi di siccità prolungata occorre essere pronti ad intervenire con opportune strategie quali l'ombreggiamento e l'irrigazione. Per alcune specie l'ombreggiamento, almeno nelle fasi preliminari, può costituire un'importante opzione colturale, tanto più se non è allevata nel suo ottimo fito-climatico. Nel nostro caso tale osservazione è pertinente, in particolare, per il faggio.

L'impiego di questo metodo potrebbe essere convenientemente applicato su altre latifoglie. I vantaggi del metodo qui proposto sono resi più evidenti in quelle specie con germinabilità o facoltà germinativa scarsa o fluttuante (in virtù di una serie numerosa di fattori), che risultano spesso causa d'insuccessi della produzione vivaistica delle specie latifoglie forestali (numero eccessivo di contenitori vuoti, difformità nello sviluppo delle piante). Viceversa, i limiti all'utilizzo del metodo riguardano le specie i cui semi abbiano dimensioni superiori o prossime al diametro del contenitore (quali castagno, noce, specie quercine), e quelle specie i cui semi, pur di piccole dimensioni, siano dotati di ali (e non siano stati sottoposti a trattamenti di disalatura). Questo limite, tuttavia, può essere risolto dalle stesse imprese che producono tale genere di substrato, modificando i volumi e la forma dei substrati o introducendo, ove possibile, una concavità nella parte superiore in grado di raccogliere i semi.



INFO. ARTICOLO

tori: **Lorenzo Ciccarese**, ricercatore presso l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Co-chair del gruppo Forestry Operations della International Union of Forest Research Organisations. E-mail ciccarese@apat.it

Fano Lucci, ricercatore presso l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. E-mail lucci@apat.it

Sabeta Margheriti, Agronoma, responsabile Comunicazione Vival Torsanlorenzo.

Piotto, ricercatrice presso l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, membro del Comitato per i semi forestali dell'International Seed Testing Association. E-mail piotto@apat.it

role Chiave: Vivaistica, latifolia, faggio, *Fagus sylvatica* L., ulmo maggiore, *Fraxinus excelsior* L., ulmo campestre, *Ulmus campestris* L., mini-capsule.

Abstract: Forest seedling requirement for re- and afforestation Europe comprises a substantial volume. The aspects of sustainable forestry together with focus on biodiversity and the decisions on use of new forest stand establishment to mitigate global climatic changes have shifted market interest from conifers to broad-leaved seedlings. This change will have a major impact on the production technology of broad-leaved forest seedlings. Broad tech, a two-year research project funded by the European Commission, within the AFT Programme of the EU V Framework Research Programme, is at developing an innovative, cost efficient nursery technology environmental friendly production of high quality broad-leaved forest seedlings. A new compact germination facility, new mini-plug container systems and transplanting procedures has been studied. *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior* and *Ulmus campestris* were the species considered in the experiments carried out by the Italian part of the project (Italian Agency for the Environment Protection and Technical Services and Vivaltorsanlorenzo nurseries). To validate the consistency of the techniques and the cultivation protocol to be used, morphological and performance tests, such as root study boxes, root shoot electrolyte leakage, root growth potential have been studied. This paper presents first year results of the project. They show that for the species considered in the project, it is possible to produce, in a cost-effective way, high standard seedling in one growing season (March-December), sowing in high density (more than 2000 seeds/m²) in mini-plugs (IHT or Jiffy), growing seedling 5 weeks in green-house, transplanting them in open field nursery at higher and definitive density (around 100 m²) and lifting taking care in Mid-December.

ngraziamenti: Gli Autori di questo articolo esprimono riconoscenza a Francesco Campanelli, Rosy Roberti e Cesare Tugliozzi, per il prezioso e assiduo contributo in tutte le fasi di esecuzione del progetto, dall'allestimento delle prove sperimentali alle misurazioni in campo.

Bibliografia

BARNETT J.P., 2002 - **Trends in nursery research and production**. In: Dumroese R.K., RILEY L.E., LANDIS T.D., technical coordinators. **National proceedings: Forest and conservation nursery association - 1999, 2000, and 2001**. Proceedings RMRS-P-24. Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 97-100.

BUJARSKA-BORKOWSKA B., 2002 - **Breaking of seed dormancy, germination and seedling emergence of the common hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.)**. Dendrobiology 47: 61-70.

CESARO L. e PETTENELLA D. - in stampa. **Le misure per estali nei piani di sviluppo rurale**. Italia forestale e montana.

CHMIERLARZ P., 2002 - **Sensitivity of *Tilia cordata* seeds to dehydration and temperature of liquid nitrogen**. Dendrobiology 47: 71-8.

CICCARESE L., 2000 - **Effetto della cenere di legna sul substrato d'allevamento e sullo sviluppo in semenzali di douglasia e orniello**. Sherwood 53(2):39-46.

CICCARESE L., 1997 - **La valutazione della qualità del materiale vivaistico forestale**. Monti e Boschi 5: 12-25.

COLLETTI L., 2001 - **Risultati dell'applicazione del Regolamento CEE 2080/92 in Italia**. Sherwood 70: 23-31.

COLOMBO S.J., 2003 - **Fundamentals to Improve the**

Quality of Broadleaved Seedlings Produced in Tree Nurseries. In: **Nursery production and stand establishment of broadleaves to promote sustainable forest management** (L. CICCARESE, S. LUCCI, A. MATSSON, eds). Proceedings of the IUFRO (groups s3.02.00; s3.02.03 and s3.02.01) Conference. May 7-10, 2001. Rome, Italy

DEANS J.D., BILLINGTON H.L., HARVEY F.J., 1995 - **Assessment of frost damage to leaf-less stem tissue of *Quercus petraea*: a reappraisal of the method of relative conductivity**. Forestry 68: 25-34.

DUMROESE R. K., HUTTON K. M., AND WENNY D. L., 1997 - **Propagating woody riparian plants in nurseries**. In: **1997 National Proceedings**. Forest and Conservation Nursery Associations, p. 71-76. T.D. LANDIS AND J.R. THOMPSON, technical coordinators. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-419.

FARCAS C., 2002 - **Morphological, physical and physiological changes during maturation and ripening of ash (*Fraxinus excelsior* L.) seeds**. Dendrobiology 47: 55-60.

JENSEN M., 2002 - **Seed vigour testing for predicting field seedling emergence in *Fagus sylvatica***. Dendrobiology 47: 47-54

LANDIS, T. D.; LIPPITT, L. A.; EVANS, J. M., 1993 - **Biodiversity and Ecosystem management: the role of forest and conservation nurseries**. In: LANDIS, T.D., technical coordinator. Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1992 September 14-18; Fallen Leaf Lake, CA. General Technical Report RM-221. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 1-17.

LINDSTRÖM A., 1981 - **The root study box - a device for the evaluation of root development**. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Report No. 6.

LINDSTRÖM A. e NYSTRÖM C., 1987 - **Seasonal variation in root hardness of container-grown Scots pine, Norway spruce and lodgepole pine seedlings**. Can. J. For. Res. 17: 787-793.

MATSSON A., 1991 - **Root growth capacity and field performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings**. Scand. J. For. Res. 6: 105-112.

MCKAY H.M., 1992a - **Electrolyte leakage: a rapid index of plant vitality**. Forestry Commission Information Note, London 210. 9 p.

MCKAY H.M., 1992b - **Electrolyte leakage from fine roots of conifer seedlings: a rapid index of plant vitality following cold storage**. Canadian Journal of forest Research 22: 1371-7.

MULLER C., 1992 - **Conservation des graines et les problèmes de levée de dormance chez les feuillus précieux**. Revue Forestière Française 44 (Numéro spécial): 39-46.

MULLER C., BASTIEN Y., VALLET E., 1991 - **Progrès récents dans le traitement des graines de feuillus à l'échelle industrielle**. Bulletin Technique, Office National des Forêts (Paris) 21: 155-65.

MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., LAROPPE E., 1990 - **Nouvelles voies dans le traitement des graines dormantes de certains feuillus: hêtre, frêne, merisier**. Revue Forestière Française 42: 329-45.

PIOTTO B. e DI NOI A. (ed.), 2001 - **Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea**. ANPA, Roma. 212 p.

ROSE R., HAASE D.L., 1998 - **Native Plants: Propagating and Planting**. Proceedings of Dec. 9-10 Conference. Corvallis, OR: Oregon State University, Nursery Technology Cooperative. 182 p.

ROSSI V., 2002 - **L'arboricoltura da legno nei Piani di Sviluppo Rurale**. Le prospettive di finanziamento delle Regioni italiane. Sherwood 83: 9-14.

SUSZKA B., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., 2000 - **Semi di latifoglie e forestali, dalla raccolta alla semina**. Calderini, Edagricole, Bologna.

SUSZKA B., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., 1996 - **Seeds of forest broadleaves, from harvest to sowing**. INRA Editions, Paris.

SUSZKA B., TYLKOWSKI T., 1981 - **Storage of acorns of the northern red oak (*Quercus borealis* Michx. = *Q. rubra* L.) over 1-5 winters**. Arboretum Kórnickie 26: 253-303.