

INNOVAZIONE TECNOLOGICA NELLA PRODUZIONE DI PIANTINE DI *MYRTUS COMMUNIS* (L.) E *QUERCUS ILEX* (L.)

Maria Raffaella Ortolani¹, Manuela Mechilli¹, Chiara Marianello¹, Rosanna Bellarosa¹

¹DAFNE, Università della Tuscia, Viterbo, Italy; raffaellaortolani@libero.it

La necessità di garantire il successo dei programmi di restauro ambientale e di rimboschimento contribuisce a sostenere la crescente esigenza di produrre piantine di alta qualità necessarie per la riuscita degli interventi effettuati. Pertanto, nuove tecnologie potrebbero contribuire al miglioramento della qualità e quantità delle piantine forestali. In quest'ottica il progetto europeo Regen-Forest ha sviluppato un nuovo modello di camera di crescita che possa conciliare la necessità di un'alta produzione di piantine con un basso consumo energetico. Il prototipo è costituito da dieci ripiani in movimento rotatorio e si avvale per l'illuminazione di tre lampade a luci LED con spettro luminoso di nuova generazione. L'allevamento delle piantine nel prototipo (con termoperiodo e fotoperiodo controllati da un sistema computerizzato) si protrae per un tempo limitato (pre-coltivazione) ma sufficiente a garantire un'alta germinabilità dei semi e a condizionare positivamente il successivo sviluppo delle piantine. Al fine di verificare la validità del prototipo, sono state sperimentate diverse specie forestali tra le quali il leccio e il mirto. Al termine del periodo di pre-coltivazione sono stati valutati alcuni parametri morfometrici. In conclusione, l'alto numero di piante ottenute, equivalente a quello di 5 nostre camere di crescita, il risparmio energetico pari a 1/5 di quello della camera di crescita a fluorescenza, la buona qualità delle piantine e l'elevata meccanizzazione del prototipo lo fanno ritenere una innovazione tecnologica promettente per il miglioramento qualitativo e quantitativo della produzione vivaistica forestale.

Parole chiave: LED, prototipo, vivaistica forestale.

Keywords: LED, prototype, forest nursery.

<http://dx.org/10.4129/2cis-mro-inn>

1. Introduzione

Molti sono i processi responsabili della perdita di biodiversità e tra essi possiamo trovare la frammentazione o la trasformazione di habitat (dovuti alle pratiche agricole, ai processi di urbanizzazione e alla deforestazione); l'inquinamento e i cambiamenti climatici.

Altro processo responsabile della perdita di diversità biologica è l'introduzione e la diffusione di specie alloctone (o aliene). Soprattutto in ambito forestale si sono svolte numerose pratiche che hanno visto utilizzare specie non originarie del luogo, poiché ritenute più resistenti e a più rapido accrescimento. Come conseguenza di ciò si è assistito alla graduale scomparsa di alcune specie autoctone a favore delle specie introdotte. Tuttavia, il sempre più crescente interesse del nostro Paese nei confronti della conservazione del patrimonio forestale, ha determinato un cambiamento nella politica dell'utilizzo di specie esotiche. In questo senso l'attività della vivaistica forestale assume un ruolo di fondamentale rilievo. Suo compito principale è quello di produrre piantine che per caratteristiche genetiche, morfologiche e fisiologiche siano in grado di garantire la più alta probabilità di attecchimento e di sviluppo. Inoltre, per favorire la tutela delle specie forestali autoctone, anche

in seguito all'applicazione dei regolamenti comunitari in ambito forestale, è fondamentale che la vivaistica forestale sia in grado di supportare le richieste basate sull'utilizzo di specie arboree e arbustive che provengano da aree limitrofe alle zone di intervento. In questo modo si evita che il patrimonio forestale sia inquinato con specie alloctone, in quanto si fa uso solo di materiale di provenienza locale.

Le tecniche di vivaistica presentano la loro utilità anche in considerazione dei sempre più crescenti problemi legati ai cambiamenti climatici (Belletti, 2007).

Soprattutto in ambiente mediterraneo, infatti, l'aumento delle temperature si presenta come una evidente fonte di stress per le piante principalmente nelle loro fase giovanile.

Questo pone le ricerche nell'ambito della vivaistica forestale in primo piano per un costante e continuo aggiornamento delle metodologie di produzione forestale (Calvo, 2007). Sebbene molti Paesi europei (specialmente del Nord Europa) risultino particolarmente attivi nell'incrementare le ricerche in materia di vivaistica forestale, l'Italia invece presenta ancora un certo ritardo.

Tuttavia, anche a seguito dei recenti fenomeni di dissesto idrogeologico che hanno colpito il nostro Paese, si osserva un interesse sempre crescente per la rinaturalizzazione delle aree degradate e per i progetti

di conservazione della biodiversità forestale con conseguente stimolo di sempre maggiori innovazioni in campo vivaistico. Recentemente, alcuni autori (Mattsson *et al.*, 2010; Astolfi *et al.*, 2012) hanno riportato un nuovo sistema di coltivazione di piantine forestali, denominato pre-coltivazione.

Le piantine vengono allevate per un periodo piuttosto breve (solitamente non oltre i 30-60 giorni) in mini-contenitori (con un volume anche inferiore ai 33 cm³, in base alle specie) che inducono l'air-pruning dell'apice radicale e in ambienti con condizioni di temperatura e umidità controllate poiché si ritiene che le primissime fasi di sviluppo delle piante siano quelle che condizioneranno in modo significativo la loro successiva crescita.

Tradizionalmente per l'allevamento delle piante in camere climatiche sono state utilizzate lampade fluorescenti, ad incandescenza o ai vapori di sodio che presentano diversi svantaggi quali l'alto consumo energetico, l'emissione di calore, una vita breve nonché l'impossibilità di calibrare lo spettro luminoso sulle lunghezze d'onda più efficaci per l'attività fotosintetica.

Attualmente si stanno sperimentando nuove fonti luminose come i diodi ad emissione luminosa, o LED, che oltre a presentare dimensioni ridotte, una più lunga durata di vita, un basso consumo energetico e una ridotta emissione di calore (con conseguente minor dispendio di energia per il condizionamento termico) possono emettere luce monocromatica e di conseguenza (a differenza delle lampade fluorescenti) può essere realizzato uno spettro luminoso che meglio soddisfi le esigenze fotosintetiche delle piante (Astolfi *et al.*, 2012).

Altro notevole vantaggio dei diodi ad emissione luminosa risiede nel loro basso impatto ambientale. Infatti oltre al risparmio energetico che è possibile ottenere con queste lampade, a differenza di altre tecnologie di illuminazione non contengono gas pericolosi come, ad esempio, i vapori di mercurio.

Inoltre anche in fase di smaltimento, i materiali di cui sono composti i LED e le loro minime dimensioni fanno sì che le operazioni di disgregazione del prodotto risultino più agevolate.

Poiché si ritiene che la rinnovazione artificiale aumenti la possibilità di recupero dell'integrità dell'ecosistema rispetto alla rinnovazione naturale o alla semina diretta, nuove tecnologie per il miglioramento della qualità e quantità delle piantine forestali potrebbero contribuire più efficacemente al successo degli imboschimenti.

In quest'ottica il progetto europeo Regen-Forest ha sviluppato un *prototipo di camera di crescita* per la pre-coltivazione di piantine forestali al fine di coniugare l'avanguardia tecnologica con le più recenti applicazioni dell'illuminazione a LED.

In questo modo si cerca di portare la produzione non solo al massimo dell'efficienza dal punto di vista dei costi e del risparmio energetico, ma anche di migliorare notevolmente gli standard qualitativi e quantitativi delle produzioni vivaistiche forestali che nel nostro Paese sono ancora estremamente deficitarie.

Il prototipo è basato su un'unità di produzione multi-livello con una tecnologia che automatizza il movimento rotatorio di vassoi rimovibili in ambiente controllato garantendo condizioni ambientali uniformi per tutte le piantine, un notevole risparmio di spazio e un ridottissimo consumo energetico e la possibilità di sviluppare protocolli standard di crescita per la produzione certificata del materiale pre-coltivato per la rigenerazione forestale.

Nel sistema è presente un piccolo computer (PLC) in grado di gestire non solo l'accensione delle luci e le condizioni ambientali di crescita, come una normale cella, ma anche l'impianto di irrigazione di cui il prototipo è dotato.

Il prototipo monta lampade a luce LED, della ditta finlandese Valoya, denominate AP67; la PAR (Photosynthetic Active Radiation) è regolabile attraverso un variatore di intensità luminosa.

La tecnologia, rispetto alle precedenti, si è rivelata estremamente interessante sia per il risparmio energetico che per la risposta delle piante. Il prototipo, per le sue contenute dimensioni, è stato realizzato per essere facilmente trasportato nei luoghi di produzione, dove più unità modulari possono essere assemblate insieme e per il cui funzionamento sarebbe necessario un apporto energetico piuttosto contenuto proprio grazie all'impiego delle luci LED.

2. Materiali e metodi

Al fine di verificare la validità del prototipo, sono state sperimentate diverse specie forestali tra le quali *Quercus ilex* (L.) e *Myrtus communis* (L.).

Le piantine di entrambe le specie sono state pre-coltivate sia nel prototipo sia in una tradizionale camera di crescita dotata delle medesime luci LED AP67. Il mirto è stato allevato per 52 giorni con un fotoperiodo di 16 ore, un valore PPFD di 300 $\mu\text{m}^2 \text{s}^{-1}$, una temperatura di 25 °C e un'umidità del 75%; il leccio è stato allevato per 30 giorni con un fotoperiodo di 14 ore, un valore PPFD di 120 $\mu\text{m}^2 \text{s}^{-1}$, una temperatura di 22 °C e un'umidità del 75%.

Per la coltivazione delle specie oggetto di studio sono stati utilizzati i contenitori alveolari QuickPot (Herku-Plast-Kubern, Germania), i quali consentono di promuovere l'air pruning dell'apparato radicale. In questo modo, le piantine sono stimolate a produrre numerose radici laterali lungo l'asse principale aumentando la superficie di assorbimento radicale e favorendo un migliore attecchimento dopo il trapianto. Il substrato utilizzato per la semina è stato il DAFNE con pH di 6.0, costituito da torba, perlite e sabbia. Durante il periodo di crescita, le piantine di entrambe le specie sono state osservate e misurate due volte a settimana fino al termine del trattamento. Al termine dell'allevamento in ambiente controllato, su tutte le piante ottenute e per ciascuna condizione sperimentale, sono state misurate l'altezza e il numero delle foglie. Inoltre, un campione di piante di entrambe le specie è stato selezionato casualmente e sottoposto ad analisi distruttive per valutare i pesi freschi e secchi delle

radici, dei fusti e delle foglie con una bilancia di precisione (Esplorer). Prima della loro essiccazione, tutte le foglie prelevate da ognuno dei campioni e per ciascuna condizione sperimentale sono state scansionate per il calcolo dell'area fogliare. Le radici, il fusto e le foglie sono state quindi separatamente posti in stufa (Heraeus CPM Scientifica Roma) a 105°C per 24 ore.

I risultati ottenuti dalle piante cresciute nel prototipo con luce LED AP67 sono stati confrontati con quelli ottenuti dai semenzali cresciuti nella camera di crescita tradizionale ed illuminati con lo stesso spettro luminoso. L'analisi statistica dei dati è stata condotta secondo il test del t di Student. Terminato il periodo di precoltivazione le piantine sono state trapiantate in contenitori più grandi e trasferite in serra per una stagione vegetativa.

3. Risultati e discussione

Le piante di leccio allevate all'interno del Prototipo presentavano un'altezza del fusto di 6,40 cm mentre le piante allevate in camera di crescita tradizionale presentavano un'altezza media di 5,75 cm. Analizzando i valori con il test del t di Student è stato possibile evidenziare che le differenze tra i risultati ottenuti nel Prototipo e nella cella tradizionale erano statisticamente significativi (Tab. 1). Per quanto riguarda il mirto le piante cresciute all'interno del Prototipo presentavano un'altezza media di 2,62 cm, valore inferiore a quello mostrato dalle piante controllo che risultava pari a 4,03 cm. Tale differenza si presentava statisticamente significativa (Tab. 1). Le piante di entrambe le specie oggetto di studio allevate nel Prototipo presentavano un numero medio di foglie inferiore a quelle allevate nella cella. In particolare le piante di *Quercus ilex* (L.) presentavano un numero medio di foglie pari a 3,84 mentre le piante di *Myrtus communis* (L.) mostravano un numero medio di foglie pari a 12,61, quando allevate nel Prototipo. In entrambe i casi questo decremento era statisticamente significativo (Tab. 1).

Terminato il ciclo di allevamento delle piante in ambiente controllato, si è proceduto ad analizzare l'area fogliare. Per le piante di leccio allevate all'interno del Prototipo, il valore medio dell'area fogliare era pari a 4,87 cm² e risultava inferiore a quello ottenuto in camera di crescita che era pari a 5,60 cm². Tale decremento risultava statisticamente significativo (Tab. 1). Viceversa, le piante di mirto allevate all'interno del Prototipo mostravano un valore medio dell'area fogliare pari a 0,33 cm² ed era superiore a quello prodotto in camera di crescita che era pari a 0,30 cm². Tale incremento risultava statisticamente significativo (Tab. 1). A seguito del

trattamento di essiccazione in stufa delle specie studiate, è stato valutato il peso secco dei campioni. Per quanto riguarda *Quercus ilex* (L.), particolarmente interessante risultava il peso secco delle foglie delle piante allevate all'interno del Prototipo che si presentava con un valore medio di 0,07 g. Le piante controllo, invece, presentavano un valore medio del peso secco delle foglie pari a 0,16 g. Tale decremento risultava statisticamente significativo (Tab. 1). Per quanto riguarda *Myrtus communis* (L.) le piante allevate all'interno del Prototipo presentavano un generale decremento (rispetto alle piante allevate in camera di crescita), in termini di peso secco sia delle foglie che delle radici e del fusto. Tali decrementi si presentavano statisticamente significativi. Nello specifico il valore del peso secco delle foglie delle piante allevate all'interno del Prototipo risultava pari a 12,85 mg, mentre il valore del peso secco delle foglie delle piante controllo risultava pari a 24,80 mg.

Per quanto riguarda le radici, il valore del peso secco per le piante allevate all'interno del Prototipo era pari a 5,71 mg mentre le piante controllo presentavano un valore di 10,74 mg. Infine, il valore del peso secco del fusto delle piante di mirto allevate nel Prototipo era pari a 5,35 mg, mentre il valore del peso secco del fusto delle piante controllo risultava pari a 9,47 mg (Tab. 1).

4. Conclusione

In conclusione, sebbene le piantine di leccio e di mirto allevate nel prototipo Regen-Forest abbiano mostrato un accrescimento inferiore a quello ottenuto nella camera di crescita tradizionale, l'alto numero di piante ottenute nel prototipo (equivalente a quello di 5 tradizionali camere di crescita), il basso consumo energetico (pari a 1/5 di quello di una camera di crescita illuminata con luce fluorescente), la buona qualità delle piantine e l'elevata meccanizzazione del prototipo, lo fanno ritenere una innovazione tecnologica promettente per il miglioramento qualitativo e quantitativo della produzione vivaistica forestale. Inoltre, da successivi studi è emerso che le piantine allevate nel Prototipo Regen-Forest, una volta trasferite all'aperto, sono in grado di continuare il loro sviluppo mostrando ottime capacità di risposta vegetativa alle condizioni esterne. Ciò comporta che le differenze di accrescimento evidenziate durante il periodo di precoltivazione in ambiente controllato si riducono in poco tempo. Tuttavia, nonostante l'efficacia del prototipo e della luci LED sia evidente, sono comunque necessarie ulteriori indagini al fine di meglio comprendere l'adattamento delle specie forestali alle nuove condizioni di allevamento.

Tabella 1. Valori medi delle variabili morfometriche relative alle condizioni di allevamento. La deviazione standard è stata riportata tra le parentesi. Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il t-student ($p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **; $p < 0,001$ ***).

Table 1. Mean values of morphometric variables related to growth conditions. The standard deviation was reported into parentheses. Statistical analysis were conducted using the t-student ($p < 0.05$ * $p < 0.01$ ** $p < 0.001$ ***).

<i>Specie</i>	<i>Variabile</i>	<i>Camera di crescita</i>	<i>Prototipo</i>
<i>Quercus ilex</i> (L.)	H ger (cm)	5.75 (1.25)	6.40 (1.67)**
	N foglie	4.50 (1.20)	3.84 (1.11)***
	P. sec. rad. (g)	0.13 (0.06)	0.09 (0.04)*
	P. sec. fusto (g)	0.05 (0.01)	0.03 (0.01)
	P. sec. foglie (g)	0.16 (0.05)	0.07 (0.03)***
	Area fogl. (cm ²)	5.60 (2.34)	4.87 (2.28)*
<i>Myrtus communis</i> (L.)	H ger (cm)	4.03 (1.38)	2.62 (0.62)***
	N foglie	14.06 (3.63)	12.61 (2.52)***
	P. sec. Rad. (mg)	10.74(0.09)	5.71 (1.46)***
	P. sec. fusto (mg)	9.47 (3.49)	5.34 (1.30)***
	P. sec. foglie (mg)	24.80 (9.03)	12.85 (2.97)***
	Area fogl. (cm ²)	0.30 (0.13)	0.33 (0.14)***

Note: H ger = altezza germoglio; N foglie = numero di foglie; P. sec. rad. = peso secco radice; P. sec. fusto = peso secco fusto; P. sec. foglie = peso secco foglie; Area fogl. = area fogliare.

SUMMARY

Innovative technology in *Myrtus communis* (L.) and *Quercus ilex* (L.) seedlings production

The need to ensure the success of the programs of environmental restoration and reforestation helps support the arising need to produce high quality seedlings necessary for the forestry operation success. Therefore, new technologies could help improve the quality and quantity of forest plants. In this view, the European project Regen-Forest has developed a new model of growth chamber that can combine the need for a high production of seedlings with low power consumption. The prototype made by ten rotating shelves and uses for lighting three lamps LED lights with light spectrum of new generation. The plants growth in the prototype (with thermoperiod and photoperiod controlled by a computerized system) lasts for a limited period (pre-cultivation) but enough to ensure a high seed germination and positive impact on the seedlings development. To assure the validity of the prototype, several forest species have been used, such as holm oak and common myrtle. At the end of the pre-cultivation period, some morphometric parameters were measured. In conclusion, the prototype performance, in terms of number of plants obtained (equivalent five

traditional growth chambers), energy saving (75% less than a growth chamber with fluorescence), good quality of seedlings and high mechanization seems to point out such a technology as a promising innovation for the quali-quantitative improvement of plants production in forest nursery.

BIBLIOGRAFIA

- Astolfi S., Marianello C., Grego S., Bellarosa R., 2012 – *Preliminary Investigation of LED Lighting as Growth Light for Seedlings from Different Tree Species in Growth Chambers*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40 (2): 31-38.
- Belletti P., 2007 – *Sviluppi e prospettive della ricerca nel settore vivaistico*. Genetica Agraria Divapra. Alberi e Territorio, n. 12.
- Calvo E., 2007 – *La vivaistica per un migliore futuro del nostro ambiente*. Ersaf Lombardia. Alberi e Territorio, n. 12.
- Mattsson A., Radoglou K., Kostopoulou P., Bellarosa R., Simeone M.C., Schirone B., 2010 – *Use of innovative technology for the production of high-quality forest regeneration materials*. Scandinavian Journal of Forest Research, 1: 1-7.
<http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2010.485825>