



## New reforestations of Bosnian pine: from biodiversity to forest nursery

### Nuovi rimboschimenti di pino loricato: biodiversità e vivaistica

Giuseppe Pignatti <sup>(a)(\*)</sup> - Innocenzo Muzzalupo <sup>(b)</sup> - Aldo Schettino <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> CREA Centro di ricerca Foreste e Legno, Via Valle della Quistione, 27 - 00166 Roma, Italia.

<sup>(b)</sup> CREA Centro di ricerca Foreste e Legno, Via Settimio Severo, 85 - 87036 Rende (CS), Italia.

<sup>(c)</sup> Parco Nazionale del Pollino, Complesso Monumentale Santa Maria della Consolazione, 85048 Rotonda (PZ), Italia.

<sup>(\*)</sup> Corresponding author; giuseppe.pignatti@crea.gov.it

**Abstract:** The Bosnian pine (*Pinus heldreichii* Christ) is a species of biogeographical, genetic and ecological interest: long-lived, highly resistant to environmental factors and extreme events, suitable for the restoration of mountain habitats (southern Apennines). The area, limited to a few separate populations within a national park, highlights the particular nature of the reforestation that can be carried out, which must follow the logic of ecological restoration on limited areas rather than extensive reforestation. From this perspective, investing in the cultivation of this species appears important for *ex-situ* and *in-situ* conservation: basic materials, seed orchards, cultivation techniques adapted to climate change (as a synthesis of acquired knowledge and innovation). If the traditional wood supply chain now appears to be of limited interest, greater attention can be paid to non-wood forest products, including the possibility of mycorrhization with *Tuber* for the production of truffles in specialized plantations, as proposed in the paper. The conditions seem suitable for building a lasting collaboration between research and local authorities to enhance the value of the emblematic species of the Pollino National Park.

**Key words:** *Pinus heldreichii*; forest nursery; biodiversity; reforestations.

**Citation:** Pignatti G., Muzzalupo I., Schettino A., 2025 - Nuovi rimboschimenti di pino loricato: biodiversità e vivaistica. L'Italia Forestale e Montana, 80 (4): 212-218; <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1189>

**Received:** 08/10/2025 **Revised version:** 02/12/2025 **Published online:** 05/02/2026

#### 1. INTRODUZIONE

Il pino loricato (*Pinus heldreichii* Christ) è una specie montano-mediterranea con un areale formato da diverse popolazioni che si sono evolute in modo disgiunto (Avolio 1996, Gellini e Grossoni 1996). Separate dalle popolazioni balcaniche, quelle italiane sono limitate a circa 3000 ha su alcuni rilievi del Parco Nazionale del

Pollino: La Spina-Zaccana-Alpi (414 ha), Pollino (1070 ha), Orsomarso-Cozzo del Pellegrino (620 ha) e Montea (892 ha).

Gli studi genetici sul pino loricato hanno evidenziato l'importanza di questi strumenti conoscitivi per comprendere i processi evolutivi coinvolti nelle risposte delle specie forestali al cambiamento climatico (Piotti *et al.*, 2014). L'isolamento e le dimensioni limitate che han-

no favorito la deriva genetica casuale e la fecondazione tra piante vicine, stimata prossima al 30%, hanno fatto ipotizzare livelli di diversità genetica inferiori delle popolazioni italiane rispetto a quelle greche (Vendramin *et al.*, 2008). Dati più recenti (Spanu *et al.*, 2025), tuttavia, evidenzerebbero per i popolamenti più estesi del Pollino una diversità genetica non inferiore a quella dei popolamenti balcanici. Per la salvaguardia della specie, nell'ottica di un *target* di conservazione superiore al 90% della diversità genetica intraspecifica, è stata evidenziata la necessità di includere tutte le popolazioni dell'areale italiano, alcune delle quali insostituibili (Vajana *et al.*, 2024).

L'interesse nei confronti della specie a fini di rimboschimento in aree di montagna dell'Appennino meridionale è legato alle peculiarità ecologiche e dell'habitat della specie. Si tratta infatti di una specie dotata di elevata resistenza e resilienza in stazioni caratterizzate da fattori climatici (vento, temperature basse, aridità) e edafici (suoli superficiali e primitivi) che rendono difficile la crescita di altre specie arboree montane (Avolio, 1996).

I popolamenti relegati in situazioni inaccessibili, anche per questo protetti da utilizzazioni e da incendi, sopravvivono a fulmini e tempeste di neve e ghiaccio di alta quota, favoriti da una crescita lenta e lunga (Todaro *et al.*, 2007). Per questi motivi, gli habitat rupestri, dove ancora spesso si rinvenivano i nuclei principali della specie, hanno svolto un ruolo importante per la conservazione durante periodi di maggiore impatto antropico. D'altra parte, la sopravvivenza in periodi climatici diversi, attestata da numerosi studi dendrocronologici (Piovesan *et al.*, 2019), indica una elevata resilienza a eventi estremi. Nell'ultimo mezzo secolo la crescita sembra addirittura favorita dalle temperature in crescita e da basse precipitazioni.

Le esperienze di rimboschimento realizzate con il pino loricato hanno evidenziato

buone prestazioni di accrescimento, adattabilità a diverse condizioni edafiche (anche sui suoli di matrice diversa da quelli del Pollino) e la necessità di utilizzare materiale vivaistico di buona qualità: sarebbe quindi una specie ideale per il restauro forestale di ambienti difficili, con prestazioni superiori al pino laricio, in grado di costituire soprassuoli di alto valore naturalistico e paesaggistico, resistenti a parassiti (Avolio, 2010). D'altra parte, l'aumento della superficie forestale sulla montagna appenninica è un dato acclarato, parallelo alla riduzione della superficie agricola negli ultimi decenni a tutti i livelli, dalla pianura alla montagna (Malandra *et al.*, 2018). In questa situazione di evoluzione naturale per successione ecologica verso nuove formazioni forestali, praterie e pascoli montani, spesso habitat per specie rare e minacciate, sono in costante calo di superficie.

In questa nuova prospettiva, comune con altre aree del Paese (Alpi, Appennino settentrionale), il rimboschimento con pini come inteso nella tradizione selvicolturale nella sua forma estensiva e diffusa di intervento sul territorio (ad esempio, con sistemazione dei terreni che andranno ad ospitare la piantagione) non è più sostenibile da un punto di vista ecologico, oltre che economico. In tal senso, appare più realistica la scelta di utilizzare il pino loricato in interventi mirati e di limitata estensione di restauro ecologico con l'obiettivo di conservare la specie, oppure, in un'ottica altrettanto particolare, per la valorizzazione di prodotti destinati ad alimentare filiere produttive locali, possibile contributo al contrasto dell'abbandono della montagna. L'obiettivo di questo lavoro è di evidenziare quali siano le innovazioni possibili per l'utilizzo del pino loricato per le finalità sopra descritte.

Elemento centrale di questa ipotesi di valorizzazione è l'attività vivaistica sul pino loricato che deve garantire da un lato la conservazione

le della specie, e, in situazioni particolari dove la rinnovazione naturale ha difficoltà ad insediarsi a causa di barriere orografiche che rallentano o impediscono la disseminazione, anche sulla rinnovazione assistita in ambiti ecologicamente idonei utilizzando materiale prodotto in vivaio.

#### 4. PRODUZIONE VIVAISTICA

La produzione vivaistica del pino loricato è attualmente quasi assente anche per la mancanza dei Materiali di Base di cui si è detto in precedenza. Grazie alle esperienze delle attività vivaistiche per le attività di rimboschimento del passato, presso il Vivaio Pavone dell'Azienda Calabria Verde negli ultimi anni viene svolta un'attività produttiva rivolta alla costituzione del materiale necessario per la realizzazione di un arboreto da seme nell'ambito di un progetto specifico del Parco Nazionale del Pollino.

La procedura standard realizzata nel vivaio Pavone di Campotenese (CS) (Figura 1) prevede la raccolta del seme nel periodo tardo-estivo/inizio-autunnale, l'estrazione e quindi la preparazione del seme dagli strobili posti in locali al chiuso e fatti aprire attraverso aumento della temperatura, eventualmente con l'utilizzo di forno a temperatura di 30-35 °C. Contestualmente, nel periodo autunnale si procede all'allestimento ed alla preparazione delle aiuole per la semina realizzate con lavorazioni ordinarie di media profondità mediante motocoltivatore. La semina, in passato prevalentemente effettuata in autunno, è stata recentemente effettuata con maggiore successo in aprile-maggio, con seme estratto in autunno dagli strobili e conservato al fresco in contenitori di vetro col tappo bucherellato. Le semine sono effettuate a spaglio nelle aiuole, opportunamente protette con reti, paglia o altro materiale in dotazione al vivaio.



Figura 1 - Produzione vivaistica nel vivaio Pavone di Campotenese: preparazione delle aiuole di semina (sinistra) e trapianto in vaso (destra).

Il trapianto è effettuato nella primavera con semenzali di due anni in contenitori di 10-12 cm. Il substrato utilizzato nei contenitori è un terriccio di medio impasto, contenente la giusta proporzione di sabbia, limo e argilla, onde consentire un buon drenaggio dell'acqua piovana e di irrigazione. È in corso di valutazione anche la prova di semina direttamente in contenitore, che consente alle piantine di evitare lo stress provocato dal trapianto aiuola/contenitore. L'efficacia dell'utilizzo di piantine prodotte in contenitore piuttosto che a radice nuda per la realizzazione di un rimboschimento è confermata, in termini di sopravvivenza e di accrescimento, anche diversi decenni dopo l'impianto (Corona *et al.*, 2024).

In una prospettiva più ampia di valorizzare il pino loricato e di costituire quantitativi di materiale vivaistico sufficienti per sostenere richieste più importanti e non sempre programmabili, va sottolineato il potenziale interesse anche del settore vivaistico privato ad una produzione di semenzali di pino loricato secondo protocolli definiti. Potrebbe essere utile realizzare una collaborazione in tal senso tra strutture pubbliche e private nelle due regioni interessate, nei limiti degli indirizzi e delle necessità del Parco Nazionale.

## 5. SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE PER LA VIVAISTICA

In un contesto di vivaismo altamente efficiente, sostenibile e di alta qualità, l'utilizzo di formulati contenenti microrganismi e funghi nei substrati per la vivaistica può aiutare ad ottenere piantine più resistenti a parassiti, stress ambientali ed a sostenere la crescita più in generale (Dyshko *et al.*, 2024). Tra i più noti funghi saprofiti, il genere *Trichoderma* (Funghi: *Ascomycota*, *Hypocreales*, *Hypocreaceae*) è considerato tra i *Plant Growth-Promoting Fungi* (PGPF), contribuendo ad attivare diversi processi favorevoli alla nutrizione della pianta.

Al genere *Trichoderma* appartengono funghi filamentosi terricoli a rapida crescita con conidi unicellulari di colore verde ed ife ramificate con cellule polinucleate. Grazie alla capacità di adattamento a differenti contesti ecologici, i funghi del genere *Trichoderma* si rinvencono in quasi tutti i suoli e nelle matrici ligno-cellulosiche in via di decomposizione.

Il fungo svolge un'attività sinergica di supporto ad altri microrganismi ed è il principale regolatore del ciclo dei nutrienti negli ecosistemi terrestri, aiutando a decomporre i residui organici più recalcitranti, come quelli ad alto contenuto di cellulosa, emicellulosa, lignina o pareti cellulari.

Prime osservazioni di carattere esplorativo su semenzali di pino loricato consentono di valutare positivamente l'influenza di un formulato in miscuglio di *Trichoderma*, altri funghi e batteri sulla crescita post-trapianto (Figura 2), che si intende verificare più approfonditamente nel proseguo della sperimentazione.

Considerando le condizioni di maggiore criticità riscontrabili con maggiore frequenza in conseguenza del cambiamento climatico (periodi di prolungata aridità, parassiti, aumento delle temperature), è possibile che i benefici apportati da funghi e microrganismi



Figura 2 - Semenzale trattato (sinistra) e non (destra) con miscuglio di *Trichoderma*, altri funghi e batteri.

alle piantine, sia nell'allevamento in vivaio per ottenere materiale di qualità, che successivamente alla messa a dimora per la resistenza ai principali disturbi, siano decisivi per il successo dei nuovi rimboschimenti (Dyshko *et al.*, 2024).

D'altra parte, la capacità del pino loricato di formare simbiosi con il tartufo lo rende una scelta interessante per la creazione di tartufaie controllate (Wilgan *et al.*, 2025). La micorrizazione può avvenire con diverse specie di tartufo, tra cui il *Tuber melanosporum* (tartufo nero pregiato), il *Tuber aestivum* (tartufo estivo). In questo caso, la produzione di piantine tartufigene potrebbe avere un interesse per il vivaista forestale grazie alla possibilità di offrire un prodotto di particolare pregio e richiesta. L'impiego delle piantine potrebbe rivolgersi prioritariamente a forme di agro-silvicoltura orientate a supportare forme di rimboschimento molto puntuali e sostenibili dal punto di vista ambientale (Gregori e Tocci, 1990), efficaci per contrastare fenomeni di dissesto e di abbandono della montagna e garantire un prodotto importante per la filiera legata al consumo del tartufo.

Nella prospettiva di valorizzare l'utilizzo dei funghi per la produzione vivaistica foresta-

le, il laboratorio di microbiologia del CREA Centro Foreste e Legno di Rende, in collaborazione con altre strutture scientifiche del territorio, dispone delle competenze scientifiche e della strumentazione per questa attività sperimentale, che vede la sua realizzazione concreta nella tartufaia sperimentale annessa alle strutture di ricerca.

## 6. CONCLUSIONI

Come per i rimboschimenti di pino loricato non è più possibile riferirsi ai modelli del passato, orientando piuttosto gli interventi verso forme più idonee e scientificamente fondate alla conservazione della specie e dell'habitat, così anche la vivaistica forestale per questa specie può avere ancora un futuro adottando strategie innovative per la produzione in vivaio, di cui va attestata l'efficacia una volta messa a dimora la pianta, ma anche ponendo l'attenzione su nuovi prodotti.

Per la realizzazione dei diversi passaggi prefigurati in questo lavoro sono necessari indubbiamente investimenti e adempimenti tecnico-amministrativi che possono richiedere del tempo. D'altra parte, è anche necessaria una collaborazione e cooperazione sul territorio, nel contesto degli obiettivi più generali del parco nazionale, tra i diversi possibili interlocutori del processo: vivaisti pubblici e privati, regioni ed enti del territorio, enti di ricerca, cittadini e consumatori.

## RIASSUNTO

Il pino loricato (*Pinus heldreichii* Christ) è una specie di interesse biogeografico, genetico, ecologico: longeva, dotata di grande resistenza ai fattori ambientali ed eventi estremi, adatta per il recupero di habitat di montagna (Appennino meridionale). L'areale circoscritto in poche popolazioni disgiunte all'interno di un parco na-

zionale evidenzia la particolarità dei rimboschimenti realizzabili, che devono seguire più le logiche del restauro ecologico su superfici limitate che del rimboschimento estensivo. In questa prospettiva, investire nella vivaistica della specie appare importante per la conservazione *ex-situ* ed *in situ*: materiali di base, arboreti da seme, tecniche vivaistiche adeguate al clima che cambia (come sintesi tra conoscenze acquisite e innovazioni). Se la filiera tradizionale del legno appare ormai di limitato interesse, maggiore attenzione può essere rivolta ai prodotti forestali non legnosi, di cui nel lavoro si discute la possibilità di micorrizzazione con *Tuber* per la produzione di tartufi in piantagioni specializzate. Le condizioni sembrano adatte per costruire una collaborazione duratura tra enti di ricerca e del territorio per valorizzare la specie emblematica del Parco del Pollino.

## BIBLIOGRAFIA

- Avolio S., 1996 - *Il pino loricato (Pinus leucodermis Ant.) emblema del Parco Nazionale del Pollino*. Prometeo Edizioni, Castrovillari (CS), Italy, 140 p.
- Avolio S., 2010 - *Prove di piantagione di pino loricato sulla montagna della Catena Costiera calabra. Risultati dopo 27 anni*. Annali CRA - Centro Ricerca Selvicoltura, 36: 67-78.
- Corona P., Bernardini V., Muzzalupo I., Turco R., Garofalo K., Pignatti G., 2024 - *Experimental reforestation with Bosnian pine under Mediterranean mountain conditions*. iForest, 17: 331-337. <https://doi.org/10.3832/ifor4635-017>.
- Dyshko V., Hilszczańska D., Davydenko K., Matić S., Moser W. K., Borowik P. et al., 2024 - *An overview of mycorrhiza in pines: research, species, and applications*. Plants, 13 (4): 506. <https://doi.org/10.3390/plants13040506>.
- Fady B., Cottrell J., Ackzell L., Alía R., Muys B., Prada A. et al., 2016 - *Forests and global change: what can genetics contribute to the major forest management and policy challenges of the twenty-first century?* Regional Environmental Change, 16 (4): 927-939. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0843-9>.
- Gellini R., Grossoni P., 1996 - *Botanica forestale. Vol. 1: Gimnosperme*. CEDAM, Padova, 267 p.
- Gömöry D., Himanen K., Tollefsrud M., Uggla C., Kraigher H., Bordács S. et al., 2021 - *Genetic aspects in production and use of forest reproductive material: Collecting scientific evidence to support the development of guidelines and decision support tools*. Europe-

- an Forest Genetic Resources Programme (EUFOR-GEN), European Forest Institute, 216 p.
- Gregori L., Tocci, A., 1990 - *La trufficoltura dans les pays méditerranéens: l'exemple de l'Italie*. Forêt méditerranéenne, 12 (2): 143-152.
- Malandra F., Vitali A., Urbinati C., Garbarino M., 2018 - *70 years of land use/land cover changes in the Apennines (Italy): a meta-analysis*. Forests, 9 (9): 551. <https://doi.org/10.3390/f9090551>
- Piotti A., Borghetti M., Schettino A., Vendramin G.G., 2014 - *Studio sulla variabilità genetica adattativa in specie forestali: un approccio genomico per la definizione di strategie di conservazione per il pino loricato nel Parco Nazionale del Pollino*. L'Italia forestale e montana. 69 (2): 115-124. <https://doi.org/10.4129/ifm.2014.2.06>
- Piovesan G., Biondi F., Baliva M., Dinella A., Di Fiore L., Marchiano V. et al., 2019 - *Tree growth patterns associated with extreme longevity: Implications for the ecology and conservation of primeval trees in Mediterranean mountains*. Anthropocene, 26. 101016/j.ancene.2019.100199.
- Spanu I., Bagnoli F., Avanzi C., Vendramin G.G., Piotti A., Bucci G. et al., 2025 - *Pinus heldreichii var. leucodermis - Tissue and DNA extract collection (CNR-IBBR-Pinus-leucodermis)*. Version 1.10. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Bioscienze e BioRisorse (CNR-IBBR).
- Todaro L., Andreu L., Alessandro C.M., Gutiérrez E., Cherubini P., Saracino A., 2007 - *Response of Pinus leucodermis to climate and anthropogenic activity in the National Park of Pollino (Basilicata, Southern Italy)*. Biological Conservation, 137 (4): 507-519. doi:10.1016/j.biocon.2007.03.010.
- Vajana E., Andrello M., Avanzi C., Bagnoli F., Vendramin G.G., Piotti A., 2024 - *Spatial conservation planning of forest genetic resources in a Mediterranean multi-refugial area*. Biological Conservation, 293. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110599>.
- Vendramin G.G., Fineschi S., Fady B., 2008 - *EUFOR-GEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Bosnian pine (Pinus heldreichii)*. Bioversity International, Roma, 6 p.
- Wilgan R., Dyderski M.K., Pietras M., Walas Ł., Kolanowska M., Leski T., 2025 - *Northward shifting in the distribution of optimal niches for Tuber aestivum, Tuber melanosporum, and their ectomycorrhizal tree partners in Europe*. Acta Oecologica, 126: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2025.104057>