

➤ **PN 23090302 Identificarea și caracterizarea prin modele avansate a resurselor genetice forestiere cu potențial adaptativ ridicat, precum și conservarea acestora în condițiile unui management forestier sustenabil climatic**

Scopul proiectului este dezvoltarea unor modele inovative pentru identificarea și caracterizarea avansată a resurselor genetice forestiere cu potențial adaptativ ridicat prin integrarea metodelor noi de genetică moleculară și de teledetecție cu metodele clasice de caracterizare fenotipică, auxologică și climatică, care să contribuie la dezvoltarea unui nou concept de conservare și monitorizare a resurselor în condițiile unui management forestier adaptativ.

Obiectivul general îl reprezintă dezvoltarea, testarea și validarea metodelor inovative pentru identificarea și caracterizarea avansată a resurselor genetice forestiere, care să contribuie la creșterea numărului de resurse genetice caracterizate cu informații esențiale pentru conservarea și monitorizarea pe termen lung a tendințelor și a proceselor care mențin variația genetică.

În 2025 a fost realizată faza V “Selectarea, descrierea și caracterizarea diversității genetice, fenotipice și a condițiilor staționale în cele mai reprezentative resurse genetice de zâmbru din etajul montan superior”.

Obiectivul fazei V constă în selectarea și caracterizarea unor resurse genetice forestiere cu potențial adaptativ și conservativ ridicat în ecosisteme forestiere de zâmbru (*Pinus cembra* L.) din etajul montan superior, evaluarea diversității genetice și fenotipice, caracterizarea bioclimatică și auxologică și instalarea unor suprafețe de monitorizare genetică pe termen lung.

Pentru atingerea obiectivelor asumate, s-au desfășurat următoarele activități:

1. În cadrul fazei V au fost selectate și analizate cinci populații autohtone valoroase de zâmbru, distribuite în cele două centre montane analizate: Carpații Orientali (masivele Călimani și Rodna) și Carpații Meridionali Retezat (zonele Râușor, Gențiana și Stâna de Râu). De asemenea, a fost inclusă în analiză și plantația de zâmbru din zona Giumalău, administrată de Ocolul Silvic Pojorâta.

2. Populațiile selectate de zâmbru au fost caracterizate printr-o abordare complexă și multidisciplinară, care a inclus analiza condițiilor staționale, a factorilor edafici și bioclimatici, precum și a variabilității genetice și a trăsăturilor dendrofenotipice. Această caracterizare integrată este esențială pentru evaluarea adaptabilității speciilor în contextul schimbărilor de mediu, oferind totodată date fundamentale pentru monitorizarea și conservarea resurselor genetice forestiere pe termen lung.

3. În vederea implementării monitorizării genetice pe termen lung, au fost instalate suprafețe noi de monitorizare genetică în cadrul unor resurse genetice valoroase de zâmbru. Acestea includ resursele genetice Călimani (Cod RGF: RG-PIC, MO-A21E-1) și Râușor (Cod RGF: RG-PIC, MO-C11E-1), ambele înregistrate în Catalogului Național al Resurselor Genetice Forestiere (Pârnuță et al., 2011), precum și o populație naturală din Parcul Național Munții Rodnei.

4. În cadrul populațiilor selectate, au fost colectate probe biologice (ex. cambiu, ace) în vederea extracției ADN-ului genomic total, etapă esențială pentru analizarea variabilității genetice. Concomitent, s-au prelevat carote pentru realizarea caracterizării dendrofenotipice, având ca scop corelarea dintre indicii de creștere radială cu factorii climatici. Această abordare integrativă permite o înțelegere complexă a mecanismelor care stau la baza adaptabilității și plasticității fenotipice a populațiilor reprezentative de zâmbbru în contextul actual al schimbărilor climatice.

5. Analizele genetice efectuate asupra celor șase populații naturale de zâmbbru și a unei plantații au evidențiat un nivel ridicat de diversitate genetică intrapopulațională, coroborat cu o diferențiere genetică relativ redusă între populații. Valoarea coeficientului de diferențiere F_{ST} a variat între 0.019 (între populațiile Rodna și Călimani_jos) și 0.072 (între Gențiana și Călimani_sus). Analiza coordonatelor principale (PCoA) a evidențiat o separare geografică între populațiile din Carpații Orientali (Călimani și Rodna) și cele din masivul Retezat, însă varianța explicată a fost relativ redusă (71,73%), sugerând o structură genetică subtilă. În plus, analiza bayesiană a structurii genetice a confirmat existența a trei clustere genetice distincte ($K = 3$), corespunzătoare în principal originii geografice a populațiilor de zâmbbru.

6. Analizele dendrofenotipice au demonstrat o structurare clară în două grupuri corespondente arealelor montane investigate, Carpații Orientali (Călimani, Rodna, Giumalău) și Carpații Meridionali, masivul Retezat (Gențiana, Stâna de Râu, Râșor), diferențiere susținută de indicii de creștere radială și de particularitățile modelelor dendroclimatice generate. Relațiile climă – indici de creștere au evidențiat, în ansamblu, o sensibilitate slabă și preponderent nesemnificativă statistic la regimul termic și pluviometric, cu o corelație mai pronunțată între indici de temperatură în populațiile din Carpații Orientali. Analizele realizate pentru intervale temporale distincte au arătat o reconfigurare a semnalului dendroclimatic în perioada 1961-1990 față de 1991-2023, modificare deosebit de evidentă pentru condițiile termice din toamna precedentă, sugerând o plasticitate ecofiziologică diferențiată și subliniind importanța integrării dinamice a factorilor climatici.

Rezultatele fazei a V-a s-au concretizat în:

-1 studiu privind, selectarea, caracterizarea condițiilor staționale și evaluarea diversității genetice și fenotipice a resurselor genetice reprezentative de zâmbbru din etajul montan superior.

-1 articole BDI:

Árvai, M., Popa, I., Mindrescu, M., Antalfi, E., Feher, S., Nagy, B., Kern, Z. (2025): Dendrochronological study of wooden constructions unearthed from a subalpine peat bog from Maramureș Mts., Romania, *Archeometria* XXII/2 162–173.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2025-011>

- 1 articol ISI:

Nechita, C., & Camarero, J. J. (2025). Hotter winter-spring droughts accelerated the growth decline of marginal pedunculate oak (*Quercus robur*) populations in dry sites from Romania. *Dendrochronologia*, 126369.

<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2025.126369>

- 1 bază de date cu haplotipuri, creată pe baza genotipării cu markeri moleculari cloroplastici a resurselor genetice reprezentative zâmbu din rețeaua de monitorizare genetică pe termen lung.
- 1 bază de date cu genotipuri, creată pe baza genotipării resurselor genetice reprezentative de zâmbu, utilizând markeri moleculari nucleari, în cadrul rețelei de monitorizare genetică pe termen lung.
- 1 bază de date cu dendrofenotipuri, creată pe baza indicilor de creștere radială a resurselor genetice reprezentative de zâmbu, în cadrul rețelei de monitorizare genetică pe termen lung.
- 2 colecții relevante (colecție de ADN genomic total extras din resurse genetice forestiere de zâmbu, reprezentative la nivel național și colecție de carote prelevate din resurse genetice forestiere de zâmbu, reprezentative la nivel național).