

# Caracteristici dendrometrice ale populației de zâmbru de pe versantul nordic al Munților Călimani

C.-C. Rogoian, B. Bîrlădeanu, I. Filimon, I. Popa

Rogoianu C.-C., Bîrlădeanu, B., Filimon I., Popa I. 2020. Dendrometric characteristics of the stone pine population on the northern slope of the Călimani Mountains. Bucov. For. 20(1): 33-40.

**Abstract.** In this study we present biometric and qualitative information concerning the stone pine population from northern slope of Călimani Mts. based on full stone pine trees inventory from 90 ha. Diameter distribution of stone pine trees follow a typical distribution for even-age stands, with left side asymmetry and a mean diameter of  $37.2 \pm 17.1$  cm. The maximum diameter found in our inventory is 156 cm, been the larger reported for Eastern Carpathians. Regarding the type of damages observed, most of them are represented by closed or open wounds (14.1%). According with the location of the damages over 85% of them are at the base of the stem. Woodpecker holes, as a high biodiversity indicator, were found at 79 trees (2.7%). In general, our inventory shows that the stone pine population from the northern slope of Călimani Mts. has a very good health status, ensuring the premises for a sustainable dynamic of this population.

**Keywords:** stone pine, diameter distribution, type of damage, Călimani National Park.

**Authors.** Claudiu-Cosmin Rogoian - Călimani National Park Administration, Saru Dornei, No. 54C, 727515, Suceava, Romania and "Ștefan cel Mare" University of Suceava, Forestry Faculty, Universității Street 13, 720229, Suceava, Romania; Basarab Bîrlădeanu, Iosif Filimon - Călimani National Park Administration, Saru Dornei, No. 54C, 727515, Suceava, Romania; Ionel Popa (popaicas@gmail.com) - "Marin Drăcea" National Research-Development Institute in Forestry, Station Câmpulung Moldovenesc, 73bis, Calea Bucovinei, 725100 Câmpulung Moldovenesc, Romania and Center of Mountain Economy -INCE - CE-MONT Vatra Dornei, Petreni street no 49,725700 Vatra Dornei, Romania.

**Manuscript** received Iulie 01, 2020; revised August 30, 2020; accepted August 30, 2020; online first September 1, 2020.

## Introducere

Zâmbrul (*Pinus cembra* L.) reprezintă un relict glaciatic cu importanță deosebită în stabilitatea ecologică a ecosistemelor forestiere de limită altitudinală superioară din Europa, arealul de distribuție a speciei cuprinzând zona munților Alpi și Carpați (Ulber et al. 2004). Vegetând

într-o zonă sensibilă, zâmburul reprezintă o specie de interes deosebit în evaluarea impactului și adaptării la schimbările climatice și de mediu. Distribuția și structura populațiilor actuale de zâmbru sunt rezultatul acțiunii puternice a factorului uman, mai ales în zona Munților Alpi (Motta et al. 2006).

Distribuția zâmburului este limitată la zona

montană superioară fiind prezent în Alpi între 1500 și 2000 m, cu exemplare izolate până la 2500 m, iar în România îl întâlnim între 1350 m și 1880 m în Carpații Orientali, respectiv până la 1986 m în Carpații Meridionali, cu o distribuție mozaicată (Blada 1997, Ulber et al., 2004).

În Munții Călimani majoritatea populației de zâmbriu este localizată pe versantul nordic, în zona Izvorul Călimani, Pietrosul Călimani, Negoii Ungurești și mai ales în căldarea Răchitiș (Blada 2008, Kern și Popa 2008). Populația de zâmbriu de pe versantul nordic al Munților Călimani a fost estimată la peste 7000 de exemplare la nivelul anului 1973 (Seghedin 1983). De asemenea, exemplare izolate de zâmbriu se întâlnesc și pe versantul sudic al Munților Călimani, în zona obârșia pârâului Ilva, populația fiind estimată la peste 270 de exemplare (Gubesh 1971, Abran 2000).

Având în vedere sensibilitatea speciei la variația condițiilor climatice și longevitatea acestora cu vârste de peste 700 de ani (Popa 2007), zâmbriul a făcut obiectul numeroaselor studii dendroclimatologice și de reconstituire a regimului termic din ultimul mileniu (Popa și Kern 2009, Popa și Bouriaud 2014, Nagavciuc et al. 2020). Temperaturile din timpul sezonului de vegetație (mai-iulie) coroborate cu cele din toamna precedentă reprezintă factori determinanți ai proceselor de creștere radială în cazul zâmbriului (Oberhuber 2004, Carrer et al., 2007, Popa și Kern 2009).

Dinamica structurii ecosistemelor forestiere de la limita altitudinală superioară a pădurii, precum și variațiile spațiale ale zonelor de tranziție între pădurea compactă și rariștile dominate de jneapăn și ienupăr reprezintă elemente cheie în înțelegerea impactului schimbărilor climatice și antropice asupra acestor sisteme biologice complexe (Cenușă 1996, Motta și Nola 2001, Popa și Popa 2007, Popa et al. 2017). Numeroase studii privind structura arboretelor de limită cu zâmbriu sunt limitate la investigații pe suprafețe permanente de maxim 1-4 ha (Cenușă 1996, Carrer și Urbinati 2001, Sidor et al. 2013, Vlad et al. 2013, Popa et al. 2017, Carrer et al. 2013, Lingua et al. 34

2008, Beloiu și Beierkuhnlein 2019), neexistând cercetări bazate pe date statistice la nivel de populație zonală.

Scopul cercetărilor este de a completa informațiile privind structura ecosistemelor de limită cu zâmbriu din Carpați, bază științifică pentru fundamentarea măsurilor de management și conservare. Obiectul specific avut în vedere în cadrul prezentei lucrări este de caracterizare a structurii dendrometrice și calitative a populației de zâmbriu de pe versantul nordic al Munților Călimani pe bază de inventariere extinsă.

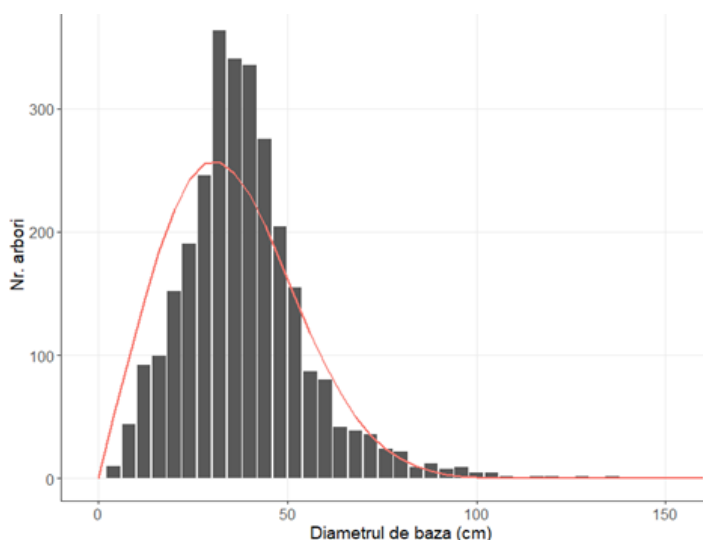
### Material și metodă de lucru

Zona de studiu este localizată pe versantul nordic al Munților Călimani (Carpații Orientali - România) în cadrul Rezervației Jnepenișul cu *Pinus cembra* din Parcul Național Călimani (fig. 1). Vegetația lemnoasă este reprezentată de un amestec intim de molid (*Picea abies* (L.) Karst.) și zâmbriu (*Pinus cembra* L.), cu exemplare diseminate de scoruș (*Sorbus aucuparia* L.) și salcie căprească de munte (*Salix silesiaca* L.). Subarboretul este reprezentant, mai ales în zona de tranziție dintre pădure și rariștea de molid cu zâmbriu, de jneapăn (*Pinus mugo* Turra) și ienupăr (*Juniperus communis* Thunb), iar pe văi de anin verde (*Alnus viridis* Chaix DC).

După clasificarea românească a habitatelor (Doniță et al. 2005), zona de studiu este dominată de tipul de habitat R4202 Rariști sud-est carpatice de molid (*Picea abies*) și zâmbriu (*Pinus cembra*) cu *Rhododendron myrtifolium*, iar conform Directivei Habitate în această zonă predomină tipul de habitat 9420 Păduri de *Larix decidua* și/sau *Pinus cembra* din regiunea montană. Climatul este specific zonei montane înalte cu o temperatură medie anuală de 8°C și un nivel anual al precipitațiilor care depășește 1200 mm.

Arboretele cuprinse în cadrul rezervației au fost protejate începând cu anul 1971, extragerile de arborii fiind restricționate, cu mici excep-





**Figura 2** Distribuția numărului de arbori de zâmbru pe categorii de diametre modelată cu funcția de repartiție Weibull  
*Distribution of the number of stone pine trees by diameter classes modeled with Weibull function*

gistrat informații suplimentare, în cazul în care a fost posibil, privind agentul vătămător (cio-cănitorni, urs, cervide etc.).

Informațiile cantitative și calitative înregistrate în teren au fost verificate și validate corectându-se erorile de înregistrare. Caracterizarea dendrometrică a populației de zâmbru de pe versantul nordic al Munților Călimani s-a realizat prin intermediul indicatorilor statistici (medie, abatere standard și coeficient de variație) și a distribuției arborilor în raport cu diametrul de bază modelată cu funcția de repartiție teoretică Weibull. Din punct de vedere calitativ analiza statistică s-a realizat prin intermediul distribuției numărului de arbori pe tipuri de vătămare și prin prisma stării de vegetație.

Prelucrarea statistică a informațiilor de teren s-a realizat prin programarea de rutine informatice specifice în programul de analiză statistică R (R Core Team 2017).

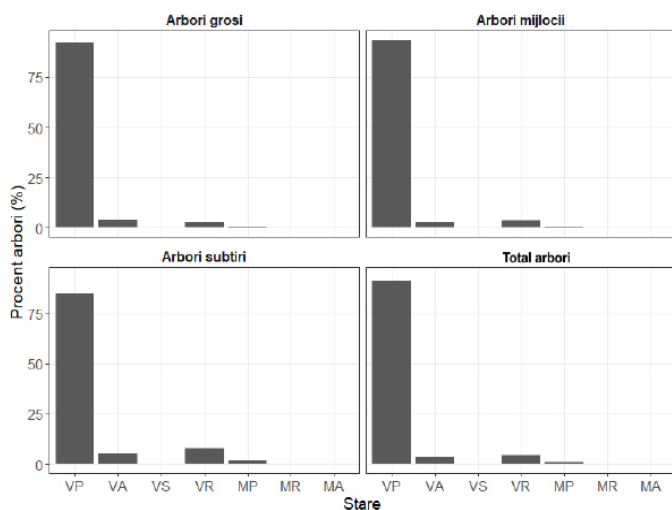
## Rezultate și discuții

Populația de zâmbru de pe versantul nordic al Munților Călimani inventariată în cadrul acestui studiu cuprinde un număr de 2897 de exemplare distribuite în cuprinsul Rezervației jnepeniș cu *Pinus cembra* din Călimani cu o

densitate de 32 exemplare/ha.

Din punct de vedere al diametrului de bază valoarea maximă înregistrată este de 156 cm, cu o medie de  $37,2 \pm 17,1$  cm și un coeficient de variație (CV) de 46%. Cercetări anterioare efectuate în suprafețe de cercetare permanente localizate tot pe versantul nordic relevă caracteristici dendrometrice relativ similare (Sidor et al. 2013 – diametrul mediu  $34,2 \pm 10,2$  cm, CV - 29,8%; Popa et al. 2017 –  $36,2 \pm 19,6$  cm, CV - 54,1%; Vlad et al. 2013 –  $31,6 \pm 19,3$  m, CV - 61,1%, Cenușă 1996 – 32,8-35,5 cm cu CV – 37,2-38,9%). Vlad et al. (2013) raportează un diametru de bază maxim pentru zâmbru de 83,2 cm, Popa et al. (2017) un diametru maxim inventariat în suprafețele de probă permanente de 102 cm, iar pentru versantul sudic Abran (2000) înregistrează un diametru maxim de 116 cm.

Distribuția numărului de arbori pe categorii de diametre prezintă o ușoară asimetrie de stânga, fiind similară unei distribuții specifice arboretelor echiene, cu diametrul median de 36 cm (fig. 2). Pe categorii de grosime, exemplare de zâmbru inventariate se distribuie astfel: arbori subțiri (S) cu diametrul de bază mai mic de 25 cm – 667 arbori (22,3%), arbori cu dimensiuni mijlocii (M) cu diametrul de bază cuprins între 25,1 și 45,0 cm – 1479 arbori (51,1%),



**Figura 3** Distribuția exemplarelor de zâmbru în raport cu starea de vegetație (VP – viu pe picior, VA – viu aplecat, VS – viu la sol, VR – viu cu vârful rupt, MP – mort pe picior, MR – mort și rupt, MA – mort și aplecat)  
*Distribution of stone pine trees by vegetation status categories (VP - live standing tree, VA - live and bent, VS - live on the ground, VR live with broken top, MP - dead standing tree, MR - dead and broken, MA - dead and bent)*

respectiv arbori groși cu diametrul mai mare de 45,0 cm – 751 arbori (26,6%). O formă similară a distribuției numărului de arbori pe categorii de diametre pentru zâmbru s-a observat și în suprafețele de cercetare permanente din Munții Călimani, diferită de cea constatată în cazul molidului (tipică arboretelor pluriene sau relativ pluriene) (Popa et al. 2017, Vlad et al. 2013).

Ponderea arborilor morți pe picior este redusă (28 arbori - 1,0%), majoritatea fiind arbori subțiri (14 exemplare), vătămați foarte puternic de urs sau cervide prin distrugerea cojii pe toată circumferința trunchiului. În cazul zonei de studiu lemnul mort provenit din arborii de zâmbru este preponderent lemn mort la sol, cu o rată de degradare în timp foarte lentă, de ordinul sutelor de ani, fiind centrii de biodiversitate extrem de importanți (Popa 2007, Popa și Kern 2009).

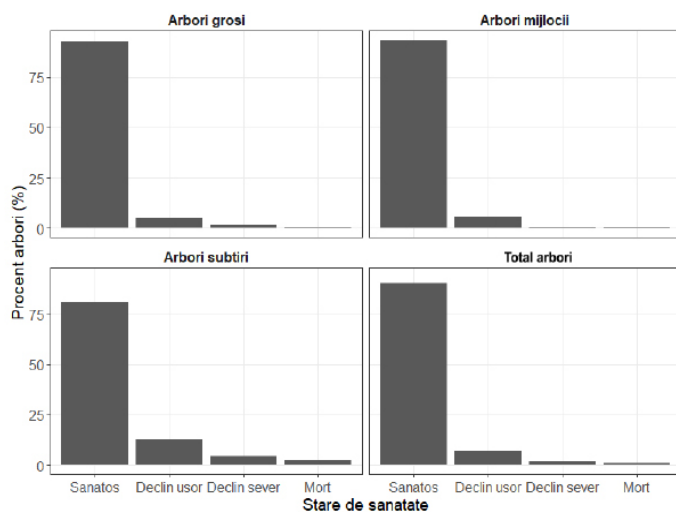
Se remarcă o pondere relativ ridicată a arborilor vii cu vârful rupt (4,4%), refăcut sau nu, respectiv a arborilor vii cu trunchiul aplecat sub diferite unghiuri (3,6%), distribuția acestora pe categorii de grosime fiind similară (fig. 3). Incidența rupturilor de vârf urmare a acțiunii mecanice a zăpezii la arborii de zâmbru este mult mai redusă comparativ cu molidul, datorită flexibilității mai ridicate a lemnului

(Wieser și Tausz 2007).

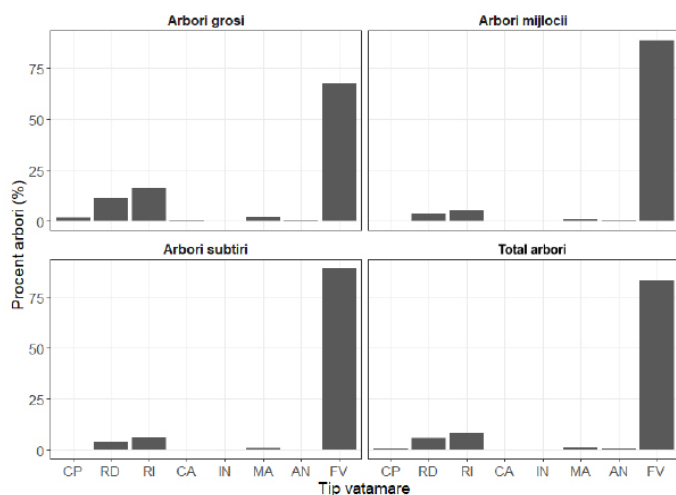
Din punct de vedere al stării de sănătate se observă faptul că majoritatea arborilor de zâmbru sunt sănătoși (90,2%). Proporția arborilor în declin ușor și sever este mai mare în cazul exemplarelor subțiri (16,9%) comparativ cu celelalte categorii de grosime. Totuși, în cadrul populației analizate, ponderea arborilor cu declin fiziologic este redusă (8,8%) (fig. 4).

Majoritatea arborilor de zâmbru inventariați nu prezintă vătămări vizibile (83,3%). Proporția arborilor fără vătămări este mai redusă în cazul exemplarelor cu diametre mari (67,6%) comparativ cu arborii subțiri sau mijlocii (fig. 5). În ceea ce privește tipurile de vătămări observate la arborii de zâmbru inventariați, majoritatea se referă la prezența rănilor deschise (5,7%) sau închise (8,4%) pe trunchi, provocate de factori biotici (urs, cervide), abiotici (trăsnet, gelivuri) sau antropici. Ponderea cumulată a rănilor (deschise sau închise) în raport cu categoriile de grosime ale arborilor, creștere de la 9,7% în cazul arborilor subțiri, la 27,0% în cazul arborilor groși, fiind de 9,4% la arborii mijlocii.

Majoritatea vătămarilor observate sunt localizate în partea inferioară a trunchiului (S – 84,2%, M – 86,3%, G – 87,8%), proporția celor observate în partea superioară a trunchiu-



**Figura 4** Distribuția arborilor de zâmbru în raport cu starea de sănătate  
*Distribution of trees by health categories*



**Figura 5** Distribuția arborilor de zâmbru în raportul cu tipul vătămării (CP – ciuperci cu corpi fructiferi, RD – răni deschise, RI – răni închise, CA – ulcerații, cancer, IN – vătămări insecte, MA – vătămări mamifere, AN – vătămări antropice, FV – fără vătămări)  
*Distribution of stone pine trees by damage types (CP - fungi with fruiting bodies, Rd - open wounds, RI - closed wounds, CA - ulcers, cancers, IN - insect damage, MA - mammals damage, AN - anthropogenic injuries, PV - without damages)*

lui fiind redusă (6,7%). Vătămările produse de insecte sunt reduse (20 arbori), majoritatea fiind mai vechi de 5 ani. Referitor la vătămările produse de mamifere, în special de urs și cervide, 88% din acestea sunt vătămări vechi.

Vătămări produse de ciocănitori, respectiv găuri specifice, s-au identificat la un număr de 79 exemplare (2,7%), 69 arbori având găurile la baza trunchiului, respectiv 10 exemplare la o înălțime mai mare de 1/3 din înălțimea totală a arborilor m. Prezența arborilor cu găuri de ciocănitori reprezintă un indicator de biodi-

versitate important în evaluarea stării de conservare a ecosistemelor forestiere din zona de studiu.

Inventarierea efectuată a evidențiat o pondere mai mare a proporției zâmbului în partea altitudinală superioară a rezervației, respectiv în zona de tranziție către tufărișurile cu jneapăn din pășunea alpină Răchitiș, constituind aici rariști distincte. Prezența arborilor tineri de zâmbru, cu diametre mici, indică faptul că regenerarea naturală se produce în condiții relativ bune, iar dinamica populației de zâmbru

din zona de studiu este favorabilă. Studii de dendroecologie efectuate în zona de studiu relevă o creștere în ultimele decenii a proporției exemplarelor de zâmbru, dar și de molid, în zona de tranziție între pădurea compactă și rașiștile dominate de jneapăn (Popa et al. 2017). În ultimele decenii s-a constatat la nivel european o creștere a frecvenței simptomelor de declin fiziologic pe fondul poluării cu ozon și a schimbărilor climatice, mai ales în zona Alpilor Maritimi și Carpați, cu impact asupra stabilității habitatelor cu zâmbru (Wieser et al. 2006). Modelele de simulare prognozează pentru zona Carpatică o creștere a zonelor favorabile în următorul deceniu la altitudini mari, urmată de o reducere semnificativă după anul 2050, respectiv de dispariția completă a zonelor favorabile pentru zâmbru în 2080 (Casalegno et al. 2010).

## Concluzii

Prezentul studiu reprezintă prima inventariere extinsă (2897 arbori inventariați) a populației de zâmbru de pe versantul nordic al Munților Călimani, oferind informații cantitative și calitative privind structura și starea de vegetație a acesteia. Observațiile și analizele statistice realizate reflectă o stare de vegetație foarte bună a exemplarelor de zâmbru din Munții Călimani și un structură în raport cu diametrul de bază echilibrată. Majoritatea arborilor inventariați au o stare de sănătate bună (90,2%), fiind lipsiți de vătămări semnificative. Ponderea cea mai mare a vătămarilor observate sunt de tipul rănilor închise sau deschise, fiind prezente la peste 14% din arborii de zâmbru inventariați. Prezența la 2,7% (79 exemplare) dintre arborii de zâmbri inventariați a găurilor produse de ciocănitari coroborat cu identificarea unor arbori cu diametre de peste 100 cm reprezintă un indicator al biodiversității ridicate în ecosistemele forestiere de limită pe de versantul nordic al Munților Călimani.

Continuarea investigațiilor privind structura populației de zâmbru pe tot cuprinsul Parcului

Național Călimani va permite obținerea de informații complete privind starea actuală a populației, informații esențiale în fundamentarea măsurilor de management necesare pentru asigurarea stării de conservare optime.

## Bibliografie

- Abraon P., 2000. Cercetări privind prezența zâmburului (*Pinus cembra* L.) pe versantul sudic al Munților Călimani, în județul Mureș. *Revista Pădurilor*. 2:13-15.
- Beloiu M., Beierkuhnlein, C., 2019. Differences in the Spatial Structure of Two *Pinus cembra* L. Populations in the Carpathian Mountains. *Forests*, 10(4):326. <https://doi.org/10.3390/f10040326>
- Blada I., 1997. Stone pine (*Pinus cembra* L.) provenance experiment in Romania. *Silvae Genetica*, 46(4):197-200.
- Blada I., 2008. *Pinus cembra* distribution in the Romanian Carpathians. *Ann. For. Res.* 51: 115-132.
- Carrer M., Nola P., Eduard J.L., Motta R., Urbinati C., 2007. Regional variability of climate-growth relationships in *Pinus cembra* high elevation forests in the Alps. *Journal of Ecology*. 95(5):1072-1083. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01281.x>
- Carrer M., Soraruf L., Lingua, E., 2013. Convergent space-time tree regeneration patterns along an elevation gradient at high altitude in the Alps. *Forest ecology and management*. 304:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.025>
- Carrer M., Urbinati C., 2001. Spatial analysis of structural and tree-ring related parameters in a timberline forest in the Italian Alps. *Journal of Vegetation Science*, 12(5):643-652. <https://doi.org/10.2307/3236904>
- Casalegno S., Amatulli G., Camia A., Nelson A., Pekkarinen A., 2010. Vulnerability of *Pinus cembra* L. in the Alps and the Carpathian mountains under present and future climates. *Forest Ecology and Management*. 259(4):750-761. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.001>
- Cenușă R., 1996. Probleme de ecologie forestieră - Aplicații la molidișuri naturale din Bucovina. Universitatea din Suceava. Facultatea de silvicultură. 165 p.
- Doniță N., Paucă-Comănescu M., Popescu A., Mihăilescu S., Biriș I. A., 2005. *Habitatele din România*. București. Editura Tehnică Silvică.
- Gubesh L., 1971. Răspândirea relictului glaciatic zâmburul (*Pinus cembra*) pe versanții sudici ai unor masive din Călimani. *Ocotirea Naturii*. 15(2):149-159.
- Kern Z., Popa I., 2008. Changes of frost damage and tree-line advance for swiss Stone Pine in the Calimani Mts. (Eastern Carpathians, Romania). *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 4:39-48.
- Lingua E., Cherubini P., Motta R., Nola P., 2008. Spatial structure along an altitudinal gradient in the Italian cen-

- tral Alps suggests competition and facilitation among coniferous species. *Journal of Vegetation Science*, 19(3):425-436. <https://doi.org/10.3170/2008-8-18391>
- Motta R., Morales M., Nola P., 2006. Human land-use, forest dynamics and tree growth at the treeline in the western Italian Alps. *Annals of Forest Science* 63:739-747. <https://doi.org/10.1051/forest:2006055>
- Nagavciuc V., Kern Z., Ionita M., Hartl C., Konter O., Esper J., Popa I., 2020. Climate signals in carbon and oxygen isotope ratios of *Pinus cembra* tree-ring cellulose from the Călimani Mountains, Romania. *International Journal of Climatology*. 40(5):2539-2556. <https://doi.org/10.1002/joc.6349>
- Oberhuber W., 2004. Influence of climate on radial growth of *Pinus cembra* within the alpine timberline ecotone. *Tree physiology*. 24(3):291-301. <https://doi.org/10.1093/treephys/24.3.291>
- Popa I., 2007. Șapte secole de istorie auxologică a unui Zâmbru (*Pinus cembra* L.). *Revista Pădurilor*. 5:18-23.
- Popa I., Bouriaud O., 2014. Reconstruction of summer temperatures in Eastern Carpathian Mountains (Rodna Mts, Romania) back to AD 1460 from tree-rings. *International Journal of Climatology*, 34(3):871-880. <https://doi.org/10.1002/joc.3730>
- Popa I., Kern Z., 2009. Long-term summer temperature reconstruction inferred from tree-ring records from the Eastern Carpathians. *Climate dynamics*. 32(7-8):1107-1117. <https://doi.org/10.1007/s00382-008-0439-x>
- Popa I., Nechita C., Hofgaard A., 2017. Stand structure, recruitment and growth dynamics in mixed subalpine spruce and Swiss stone pine forests in the Eastern Carpathians. *Science of the Total Environment*. 598:1050-1057. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.169>
- Popa I., Popa, C., 2007. Impactul modificărilor structurale asupra proceselor auxologice într-un ecosistem de limită cu molid (*Picea abies* Karst) și zâmbru (*Pinus cembra* L.) din Munții Rodnei, *Revista pădurilor*, 2:10-18.
- R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Seghedini T., 1983. Rezervațiile naturale din Bucovina. Ed. Sport și turism, București.
- Sidor C.G., Popa I., Vlad R., 2013. Spatial structure of spruce-stone pine mixed forest from Calimani Mountains (Eastern Carpathians). *Advances in Environmental Sciences*. 5(3):328-333.
- Ulber M., Gugerli F., Bozi G., 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use of Swiss Stone Pine (*Pinus cembra* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p.
- Vlad R., Popa I., Sidor C., Nechita C., 2013. High mountain forest structure in Călimani Mts. (Eastern Carpathians). *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*. 20:179-186.
- Wieser G., Manning W.J., Tausz M., Bytnerowicz A., 2006. Evidence for potential impacts of ozone on *Pinus cembra* L. at mountain sites in Europe: An overview. *Environmental Pollution*. 139(1):53-58. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.04.037>
- Wieser G., Tausz M., 2007. Trees at their upper limit: tree-life limitation at the alpine timberline. *Springer Science and Business Media*. 232 p. <https://doi.org/10.1007/1-4020-5074-7>