

RST – Raport Științific

privind implementarea proiectului "*NATivE – Posibila recuperare, mediata de schimbările climatice, a speciilor autohtone de foioase in defavoarea coniferelor alohtone plantate*" (cod: **PN-III-P1-1.1-PD-2016-0583**; Contract de Finantare pentru Executie Proiecte **NR. 41 / 2018**) în perioada **01/01/2019 – 31/12/2019**

I. INTRODUCERE – CONTEXTUL ȘTIINȚIFIC

Schimbările climatice sunt în prezent nu numai o proiecție de viitor, ci o realitate și în acest nou context toate formele de viață se confruntă deja cu temperaturi mai ridicate și cu fenomene de secetă tot mai dese, mai intense și mai severe (IPCC 2013). Pădurile, estimate să acopere aproximativ 30% din suprafața terestră, manifestă deja la nivel global niveluri preocupante de declin și mortalitate ca urmare a acestor fenomene climatice extreme (Allen et al., 2010, 2015; Hartmann et al. 2018). Acest lucru are o importanță majoră deoarece pădurile oferă servicii ecosistemice la nivel local, regional și global (Pan et al. 2011; Bonan 2016), jucând un rol crucial în combaterea schimbărilor climatice.

Ținând cont de acest context climatic complex și de efectul pe care îl are asupra ecosistemelor forestiere avem nevoie să înțelegem aceste procese pentru a asigura un viitor pădurilor și serviciilor ecosistemice pe care le oferă (i.e., combaterea schimbărilor climatice, producție de lemn, servicii sociale, etc.). În concret, este foarte important să înțelegem cauzele ce stau la baza declinului și mortalității arborilor și cum răspund ecosistemele forestiere la perturbări severe (i.e, schimbări climatice) pentru a putea înțelege cum se vor desfășura în viitor procesele de succesiune naturală ce asigură prezența și permanența pădurilor. În acest sens, variabile precum situația actuală a pădurilor (i.e., specii autohtone vs. specii alohtone), structura lor (plantații vs. păduri naturale), sau predispoziția genetică a diferitelor specii de arbori sunt factori cheie ce ar trebui luați în considerare pentru o mai bună înțelegere a viitorului pădurilor noastre.

Conform ultimului Inventar Forestier Național (IFN, 2018), România are aproximativ 7 milioane ha pădure. Clima României este de tip temperat-continental, iar modelele climatice estimează că în estul Europei temperaturile vor crește cu până la 2-3 grade celsius în timp ce regimul precipitațiilor este posibil să scadă cu până la 10% până la sfârșitul secolului XXI, secetele reprezentând așadar o adevărată amenințare în aceste regiuni (Collins et al. 2013). În acest context, fenomene de declin și mortalitate în rândul arborilor au început să-și facă deja simțită prezența în România (Barbu and Popa

2001; Curiel Yuste et al. 2019). În concret, specii de conifere precum *Pinus sylvestris* (L.; pin silvestru sau pin comun) și *Pinus nigra* (Arn., pinul negru) par a fi printre cele mai afectate, cel puțin în unele zone precum cea a Brașovului (Foto 1, A. -M. Hereș; Curiel Yuste et al. 2019), în timp ce specii de foioase precum *Fagus sylvatica* (L; fag) și *Quercus petraea* (Matt. Liebl.; gorunul) nu par a suferi foarte mult în acest sens. În anul 2012, s-au înregistrat în zona Brașovului importante fenomene de mortalitate în rândul pinului silvestru și pinului negru, fenomene ce au urmat îndeaproape seceta severă înregistrată în 2011 (Ionita et al. 2016) și temperaturile ridicate înregistrate în 2012 (Marcu and Borz 2013). Toate suprafețele de pădure afectate în acest sens sunt plantații de conifere realizate în afara arealului de distribuție a celor două specii afectate, plantații ce au înlocuit în trecut păduri native de foioase.



Foto 1 - Pin silvestru afectat de procese de declin și mortalitate în apropierea orașului Brașov (foto: Ana-Maria Hereș)

II. OBIECTIVE NATIVE

Prin intermediul proiectului NATivE, se propune studierea, folosind metode dendrocronologice (i.e., inele anuale) și inventare de teren, atât a creșterii istorice a speciilor de arbori alohtoni plantate (pin silvestru și pin negru) cât și a speciilor de arbori autohtoni (nativi) prezente în mod natural (fag și gorun), precum și a succesiunii secundare a pădurilor (i.e., regenerare) și a competiției, în păduri din județului Brașov afectate de mortalitate în rândul coniferelor (i.e., pin negru și pin silvestru).

Obiectivele proiectului NATivE sunt aşadar: *i*). analizarea creşterii istorice a speciilor de conifere alohtone plantate (pin silvestru şi pin negru) în comparaţie cu cea a foioaselor autohtone prezente în mod natural (gorun şi fag); *ii*). studierea diferitelor strategii folosite de speciile alohtone plantate (pin silvestru şi pin negru) şi de cele autohtone prezente în mod natural (gorun şi fag) pentru a face faţă secetelor, şi a capacităţii acestor specii de arbori de a se recupera după ce s-au confruntat cu secete; şi *iii*). evaluarea succesului de regenerare a speciilor de conifere alohtone plantate (pin silvestru şi pin negru) în comparaţie cu cea a foioaselor autohtone prezente în mod natural (gorun şi fag).

Obiective stabilite pentru etapa II (01/01/2019 – 31/12/2019):

Activitate 2.1: Se va continua măsurarea inelelor anuale de creştere folosind metode şi programe dendrocronologice specifice, activitate ce se continuă din Etapa I.

Activitate 2.2: Realizarea unui al doilea inventar de puieti în cazul în care acesta se consideră necesar după evaluarea inventarului realizat în Etapa I.

Activitate 2.3: Realizarea de analize statistice şi scrierea de manuscrise în vederea diseminării (conferinţă internaţională) rezultatelor preliminare ale proiectului NATivE şi publicării acestora în reviste de specialitate. Această activitate se va continua şi în Etapa III.

III. REZULTATE NATivE

Activitate 2.1: Se va continua măsurarea inelelor anuale de creştere folosind metode şi programe dendrocronologice specifice, activitate ce se continuă din Etapa I.

Zonele de studiu selecţionate pentru realizarea proiectului NATivE sunt următoarele: Codlea, Teliu, Lempeş şi Răcădău (Tabel 1). Toate cele 4 zone de studiu prezintă procese de declin şi mortalitate în rândul coniferelor ce au fost plantate în trecut (pin silvestru şi pin negru) şi sunt păduri mixte cu foioase autohtone (gorun şi fag).

Tabel 1: Zonele de studiu şi speciile de conifere şi foioase selecţionate pentru implementarea proiectului NATivE

Zona de studiu	Coordonate geografice	Specii arbori	Nr. arbori
Codlea	45°42'35.22"N	pin silvestru	30
	25°25'54.93"E	gorun	30
Teliu	45°42'1.66"N	pin silvestru	30

	25°51'36.30"E	fag	30
Lempeș	45°43'31.57"N	pin negru	30
	25°38'52.11"E	gorun	30
Răcădău	45°37'50.77"N	pin negru	30
	25°35'43.07"E	fag	30

În anul 2018 s-au extras carote în vederea estimării creșterii istorice a speciilor de arbori alohtoni plantate (pin silvestru și pin negru), cât și cea a speciilor de arbori autohtoni (nativi) prezente în mod natural (fag și gorun). Din fiecare arbore selecționat s-au extras două carote (Foto 2) folosind burghie Pressler cu diametrul interior de ≈ 5 mm. Prelevarea carotelor s-a realizat conform procedurilor dendrocronologice standard: la o înălțime de 1.3 m (față de nivelul solului) și perpendicular cu panta pentru a evita eventuale deformări ale lemnului. La selecționarea arborilor (atât conifere cât și foioase) s-a avut în vedere ca toți arborii: să fie adulți și dominanți, să aibe un diametru similar, să aibe condiții microclimatice cât mai asemănătoare posibil, să aibe o coroană fără defolieri severe (i.e., $< 10 - 20\%$; acest criteriu evaluat vizual este acceptat ca fiind un bun indiciu al stării de sănătate al unui arbore și s-a realizat mereu de către aceeași persoană pentru a asigura consistența datelor), și să nu prezinte semne de infectări cu dăunători (i.e., insecte, fungi).



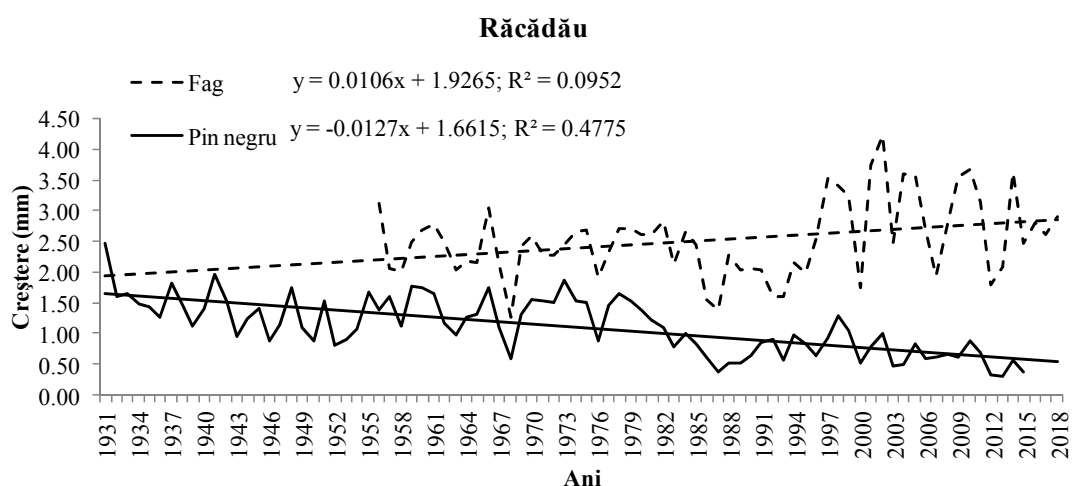
Foto 2 - Prelevarea de carote din gorun (Lempeș) (foto: Jorge Curiel Yuste)

În anul 2019 toate carotele extrase în anul 2018 s-au analizat obținând creșterile anuale corespunzătoare. Aceste măsurători s-au realizat separat pe fiecare arbore, zonă de studiu și specie. Prelucrarea carotelor extrase s-a realizat folosind programe dendrocronologice specifice: CooRecorder software (Cybis Elektronik & Data, Saltsjöbaden, Sweden). Acuratețea procesului de cross-datare s-a verificat ulterior folosind COFECHA (Holmes 1983), toate seriile cronologice obținute și folosite în continuare în analize statistice fiind corecte. În vederea realizării de analize, s-a făcut o medie a valorilor celor două carote extrase și măsurate per arbore, un procedeu standard realizat pentru a lua în considerare variabilitatea intra-anuală a creșterilor.

Măsurătorile realizate folosind CooRecorder au fost făcute cu sprijinul unui student de master, Ștefan Petrea, ce își va realiza teza de dizertație folosind o parte din aceste date în cadrul Masterului "Silvicultură multifuncțională" (Universitatea Transilvania Brașov, UniTBv). Directorul de proiect dr. Ana-Maria Hereș va coordona această teză de dizertație împreună cu dr. Ion Catalin Petritan (UniTBv).

Rezultate preliminare obținute în urma analizării datelor indică faptul că foioaselor le merge mai bine în ceea ce privește creșterea (tendință pozitivă), în timp ce coniferele par să întâmpine dificultăți în a menține rate ridicate de creștere (tendință negativă) (Figura 1).

Figura 1 - Creșterea pinului negru și a fagului în Răcădău. Sunt reprezentate liniile de tendință de-a lungul timpului, ecuațiile corespunzătoare și R^2 .



Activitate 2.2: Realizarea unui al doilea inventar de puietii în cazul în care acesta se consideră necesar după evaluarea inventarului realizat în Etapa I.

Toți arborii din care s-au scos carote în anul 2018 și s-au geolocalizat individual folosind un GPS Garmin, au fost revizitați în anul 2019 pentru a realiza un inventar de puietii (regenerare) și arbori adulți (posibili competitori pentru arborii selecționați în 2018) (Foto 3).

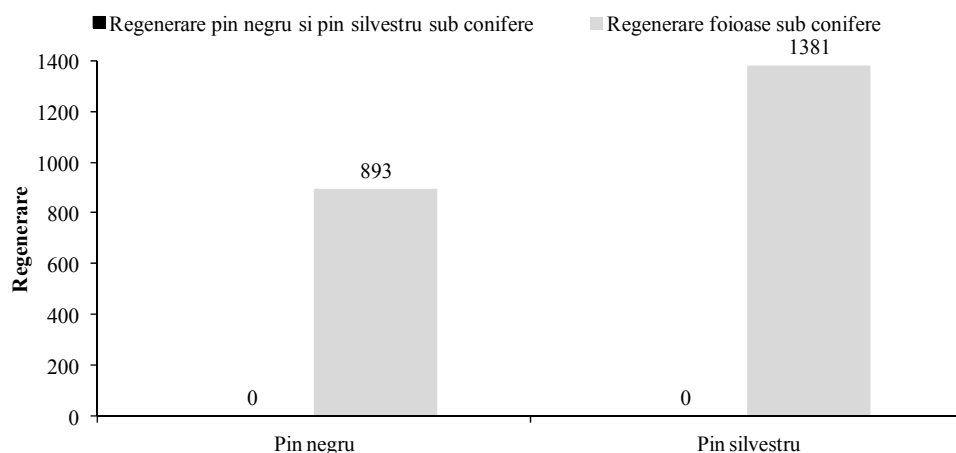


Foto 3 - Inventariere în jurul unui gorun (Codlea) (foto: Ana-Maria Hereș)

Inventarele s-au realizat la o distanță de 5 m în jurul fiecărui arbore din care s-au extras carote (i.e., numiți în continuare arbori de referință). Aceste inventare au fost realizate în paralel de către trei persoane pentru a se reduce la maxim posibilele erori, datele obținute contrastându-se în vederea validării. În concret, au fost numărați toți puietii (diametru < 10 cm), indiferent de specie, prezenți sub arborii de referință, aceste date urmând a fi folosite pentru a estima regenerarea. Totodată s-au numărat și arborii cu diametru > 10 cm prezenți în jurul arborilor de referință, aceste date urmând a fi folosite pentru a estima competiția posibil exercitată de către arborii vecini. Toate aceste date vor fi analizate cu scopul de a înțelege mai bine capacitatea de regenerare a coniferelor plantate și a foioaselor native și nivelul de competiție ce există între arbori.

Până la ora actuală s-au putut analiza doar datele legate de regenerarea puietilor de sub conifere (pin negru și pin silvestru ca referință), urmând ca analiza regenerării puietilor de sub foioase și a competiției să se realizeze în perioada imediat următoare. Rezultate preliminare indică faptul că pinul negru și pinul silvestru întâmpină mari probleme în a se regenera, în timp ce foioasele se regenerează foarte bine sub conifere (Figura 2).

Figura 2 - Regenerarea pinului negru, pinului silvestru și a foioaselor sub arborii de referință (pinii din care s-au scos carote)



Activitate 2.3: Realizarea de analize statistice și scrierea de manuscrise în vederea diseminării (conferință internațională) rezultatelor preliminare ale proiectului NATivE și publicării acestora în reviste de specialitate. Această activitate se va continua și în Etapa III.

Pe decursul anului 2019 s-a publicat un prim articol în care se tratează partea de sol a zonelor de studiu. În concret, acest articol scoate în evidență faptul că mortalitatea arborilor are drept consecință creșterea respirației solului (adică eliberări importante de CO₂) ceea ce face ca pădurile să devină surse de carbon și să-și diminueze capacitatea de a absorbi carbon. Aceste rezultate au o importanță deosebită având în vedere faptul că eliberările de CO₂ contribuie la accentuarea schimbărilor climatice (Curiel Yuste et al. 2019).

Totodată, pe parcursul anului 2019 s-a lucrat la un al doilea articol privind mortalitatea coniferelor (pin negru și pin silvestru). Rezultatele acestui manuscris arată faptul că secetele severe precum cea înregistrată în 2011 duc la declinul și mortalitatea celor două specii alohtone de pin. Faptul că aceste specii au fost plantate în afara arealului lor de distribuție pare să joace un rol important în acest sens. În plus, pinul negru și pinul silvestru par să aibe probleme în ceea ce privește regenerarea, ceea ce pune sub semnul întrebării prezența lor în aceste păduri. Acest articol se află într-un stadiu foarte avansat urmând a fi trimis spre publicare în următoarea perioadă (Hereș et al. *in prep*).

În ceea ce privește diseminarea rezultatelor proiectului NATivE, directorul de proiect a participat în anul 2019 la o conferință care a avut loc în Austria (Viena; EGU General

Assembly 2019). În cadrul acestei conferințe directorul de proiect a prezentat rezultate preliminare ale proiectului NATivE într-un poster (Titlu: "*How does drought-related mortality affect conifer species? The role of historical management practices on the current response of trees to climate*").

Managementul proiectului:

În anul 2019 a fost necesară doar achiziționarea unui hard disk extern de mare capacitate. Acest hard disk este necesar pentru a salva toate datele proiectului NATivE, în special a imaginilor de carote scanate la o rezoluție foarte mare (1200 dpi) pentru a putea fi analizate corect și care ocupă așadar foarte multă memorie. Pentru teren și laborator s-au folosit materialele achiziționate în anul 2018.

IV. CONCLUZII

Activitățile (2.1, 2.2 și 2.3) propuse pentru etapa II a proiectului NATivE s-au realizat cu succes pe parcursul anului 2019, conform planului de lucru. Urmează ca în perioada imediat următoare să se finalizeze analizarea datelor din punct de vedere statistic și să se disemineze rezultatele obținute: o conferință internațională (posibil în luna martie 2020 în Lund-Suedia, unde directorul de proiect a trimis un abstract și așteaptă un răspuns în acest sens), o teză de master (Ștefan Petrea, menționată anterior) și publicarea de articole în reviste de specialitate.

V. BIBLIOGRAFIE

Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A., Cobb, N., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manage.* 259, 660–684.

Allen, C. D., Breshears, D. D., McDowell, N. G. 2015. On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere* 6, Article 129.

Bonan G.B., 2016, *Forests, Climate, and Public Policy: A 500-Year Interdisciplinary Odyssey*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 47:97-121.

Barbu, I., Popa, I., 2001. Monitorizarea riscului de apariție a secetei în pădurile din România. *Bucovina Forestiera*, IX: 1-2.

Collins M., Knutti R., Arblaster J., Dufresne J.L., Fichet T., Friedlingstein P., Gao X., Gutowski W.J., Johns T., Krinner G., Shongwe M., Tebaldi C., Weaver A.J., Wehner M., 2013, Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker T.F., Qin D., Plattner G.K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Curiel Yuste J., Flores-Rentería D., García-Angulo D., Hereş A.-M., Bragă C., Petritan A.-M., Petritan I.C., 2019, Cascading effects associated with climate-change-induced conifer mortality in mountain temperate forests result in hot-spots of soil CO₂ emissions. *Soil Biology and Biochemistry* 133:50-59.

Hartmann H., Moura C.F., Anderegg W.R.L., Ruehr N.K., Salmon Y., Allen C.D., Arndt S.K., Breshears D.D., Davi H., Galbraith D., Ruthrof K.X., Wunder J., Adams H.D., Bloemen J., Cailleret M., Cobb R., Gessler A., Grams T.E.E., Jansen S., Kautz M., Lloret F., O'Brien M., 2018, Research frontiers for improving our understanding of drought-induced tree and forest mortality. *New Phytologist* 218:15-28.

Holmes, R.L., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bull.* 43, 69–78.

Inventarul Forestier National (IFN) – Evaluarea Resurselor Forestiere din Romania. 2018. Rezultate IFN – Ciclul II (2013-2018). <http://roifn.ro/site/rezultate-ifn-2/>

Ionita M., Scholz P., Chelcea S., 2016, Assessment of droughts in Romania using the Standardized Precipitation Index. *Natural Hazards* 81:1483-1498.

IPCC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press 2013.

Marcu V., Borz S.A., 2013, Global Warming and Extreme Meteorological Phenomena Recorded in the First 12 Years of the 21st Century in Romania. *Rural Development* 6:349-354.

Pan Y., Birdsey R.A., Fang J., Houghton R., Kauppi P.E., Kurz W.A., Phillips O.L., Shvidenko A., Lewis S.L., Canadell J.G., Ciais P., Jackson R.B., Pacala S.W., McGuire

A.D., Piao S., Rautiainen A., Sitch S., Hayes D., 2011, A large and persistent carbon sink in the World's forests. Science 333:988-993.

Braşov, 25.11.2019

Dr. Ana-Maria Hereş

