



Universitatea
Transilvania
din Braşov

FACULTATEA DE SILVICULTURĂ
ŞI EXPLOATĂRI FORESTIERE

STUDIUL FACTORILOR BIOTICI ŞI ABIOTICI CE CONTROLEAZĂ
DESCOMPUNEREA LEMNULUI MORT ŞI CONTRIBUȚIA ACESTUIA LA
STOCUL DE CARBON ÎN PĂDURI VIRGINE (cod PN-III-P4-ID-PCE-2020-
2696, acronim DEWOOD)

**ETAPA 2: Descompunerea lemnului mort în relație cu factorii de
mediu, descompunătorii biotici și abiotici, gradul de acoperire cu
mușchi**

Raport științific și tehnic

Etapa de execuție nr. 2/2022

Contract nr. PCE 98/2021

Director proiect: Dr. ing. Ion Cătălin Petrișan

Rezumatul etapei 2




Pentru anul 2022, **proiectul Studiul factorilor biotici și abiotici ce controlează descompunerea lemnului mort și contribuția acestuia la stocul de carbon în păduri virgine (DEWOOD)** a avut prevăzută o singură etapă ce acoperă 12 luni, al cărei obiectiv a fost implementarea experimentului în vederea determinării factorilor abiotici și biotici care influențează descompunerea lemnului mort. Etapa a inclus 11 activități grupate pe 4 direcții de lucru:

- (I) Monitorizarea și mentenanța experimentului de descompunere a lemnului mort cu măsurarea factorilor de mediu care influențează acest proces (activități: reinstalarea senzorilor de temperatură și umiditate care au fost distruși/deranjați, reinstalarea colarelor, măsurători ale respirației probelor de lemn incluse în experimentul de incubare, măsurarea respirației lemnului mort acoperit cu mușchi)
- (II) Colectarea și procesarea eșantioanelor de lemn pentru elementele chimice, colectarea și procesarea probelor de lemn mort pentru determinarea ligninei și celulozei, precum și colectarea și procesarea probelor pentru identificarea ciupercilor descompunătoare
- (III) Studiarea insectelor implicate în procesul de descompunere a lemnului mort (instalarea colectoarelor de insecte, colectarea acestora, precum și identificarea lor în laborator)
- (IV) Diseminarea rezultatelor (**4 articole ISI publicate** în revistele *Agricultural and Forest Meteorology*, *Communications Biology*, *Nature Communications* și *Forests*, **1 articol ISI trimis spre evaluare** la revista *Biogeosciences*, **1 articol ISI trimis spre evaluare** la revista *Forests*, **3 lucrări prezentate la conferințe internaționale și o lucrare prezentată la o conferință națională, două lucrări de disertație** susținute în iunie 2022, o lucrare de diplomă susținută în iulie 2022, precum și două participări la Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești).

Obiectivele și activitățile asumate pentru anul 2022 au fost realizate integral. Prezentul raport include o prezentare a principalelor rezultate obținute în cadrul proiectului în etapa 2 – 2022.

Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor etapei și gradul de realizarea a obiectivelor - se vor indica rezultatele si modul de diseminare a rezultatelor.

(I) Monitorizarea și mentenanța experimentului de descompunere a lemnului mort cu măsurarea factorilor de mediu care influențează acest proces

Ø	N per plot = total	Length (cm)	Species	Decay classes
 25 cm	5 x 3 = 15	100	European beech	Class 1 Class 2 Class 4
 10 cm	5 x 3 = 15	40	Silver fir	
 1 cm	10 x 3 = 30	10		

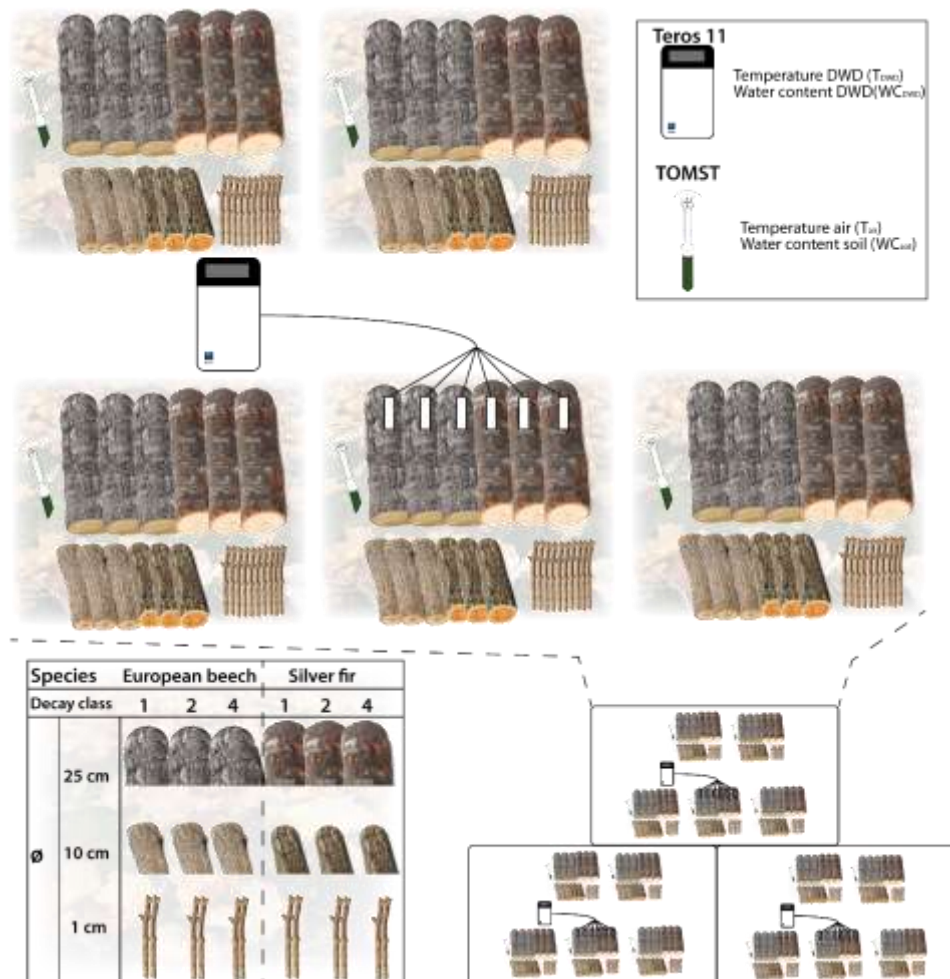


Figura 1. Redarea schematică a experimentului de incubare realizat în pădurea Șinca (credit: Javier Buezo-Bravo).

Rezultatele obținute în anul 2022

Datele climatice: temperatura și umiditatea

Descompunerea lemnului mort și, prin aceasta, emisiile sale de CO₂ sunt determinate de condițiile climatice ale ecosistemului, în special de temperatură și umiditate. Ca urmare, o înțelegere bună a fluctuațiilor de temperatură și de umiditate din ecosistem ar putea permite prezicerea emisiilor de CO₂ în viitor.

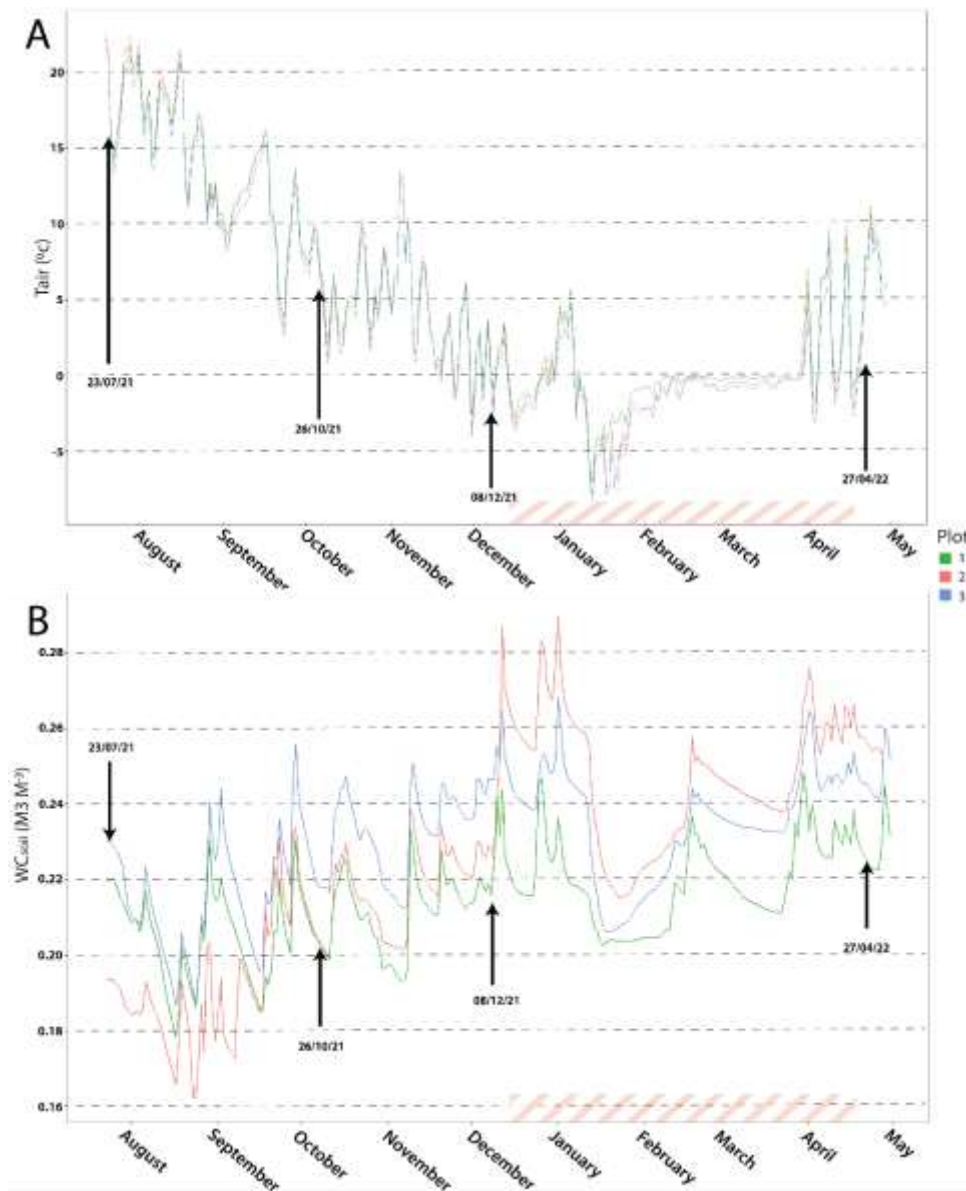


Figura 2. Temperaturile medii zilnice din aer (T_{air} in °C, A) și umiditatea din sol (WC_{soil} in M^3/M^3 , B) în fiecare suprafață de probă, reprezentată prin culori diferite (verde, roșu și albastru pentru suprafața 1, 2 și 3). Săgețile marchează momentul măsurării respirației solului. Hașurările roșii descriu intervalul de timp în care datorită zăpezii terenul a fost inaccesibil.

Datele climatice înregistrate indică o pădure ce are un climat foarte stabil, în care atât intervalul zilnic cât și cel anual de temperatură este scăzut (între -5 și 25 °C) în comparație cu alte tipuri de păduri. Cele trei suprafețe de probă în care s-a efectuat studiul sunt situate la numite distanțe una de alta, și diferă în ceea ce privește altitudinea, panta, coronamentul și speciile dominante (Tabelul 1). Cu toate acestea, temperaturile din cele trei suprafețe de probă fie nu au diferit fie au prezentat diferențe reduse. Acest lucru indică faptul că temperatura este relativ omogenă de-a lungul întregului ecosistem reprezentat de pădurea virgină cercetată, valoarea ridicată a indicelui suprafeței foliare din această pădure acționând ca un tampon împotriva variabilității diurne a acesteia. Umiditatea solului a fost relativ ridicată pe tot parcursul anului, cu variații reduse. Deși a avut un profil similar în cele trei suprafețe de probă, umiditatea din sol a prezentat diferențe semnificative între suprafețe, care par a fi cauzate în principal de panta suprafeței (Tabelul 1). Respirația lemnului mort, respectiv emisiile de CO₂, au fost afectate atât de temperatură, cât și de umiditate. Rezultatele oferă o imagine bună a modului în care ambele variabile climatice afectează procesul de descompunere a lemnului mort. Temperatura, este unul dintre cei mai importanți factori, care determină cantitatea de CO₂ emisă în atmosferă, însă umiditatea pare să fie factorul care determină diferențele în interiorul ecosistemului, făcând ca fiecare parte a pădurii să fie diferită una de alta.

Tabelul 1. Caracteristicile celor trei suprafețe de probă

Suprafața de probă	Altitudinea (m)	Panta (°)	Închiderea coronamentului		Expoziție
			Fag (n/ha)	Brad (n/ha)	
1	1145	21.4	95	184	SV
2	1044	39.2	90	348	SV
3	1160	23.8	60	312	N

Influența caracteristicilor lemnului mort asupra caracteristicilor climatice

Caracteristicile climatice ale ecosistemului pot fi influențate de lemnul mort, care poate acționa ca un burete pentru apă și poate determina reducerea schimbărilor bruște de temperatură care apar în mediul înconjurător. De aceea, studierea atentă a condițiilor din interiorul lemnului mort ne va permite determinarea modului cum sunt legate aceste procese. În timp ce temperatura din interiorul lemnului mort nu a diferit aproape deloc de cea din afara acestuia, umiditatea a fost însă puternic influențată (Figura 3). Astfel umiditate din interiorul piesei de lemn mort a fost determinată atât de specie cât și de clasa de descompunere. Aceste diferențe au fost însă complet umbrite de umiditatea diferită a fiecărei suprafețe de probă, care are un rol preponderent. Aceste particularități caracteristice pădurii studiate și lemnului mort evidențiate de prezentul studiu, sunt foarte importante în determinarea respirației lemnului mort (a se vedea mai jos) și vor trebui să reprezinte elemente cheie pentru viitoarele cercetări privind ciclul carbonului, deoarece se pune sub semnul întrebării acuratețea modelelor care nu iau în considerare particularitățile fiecărei păduri.

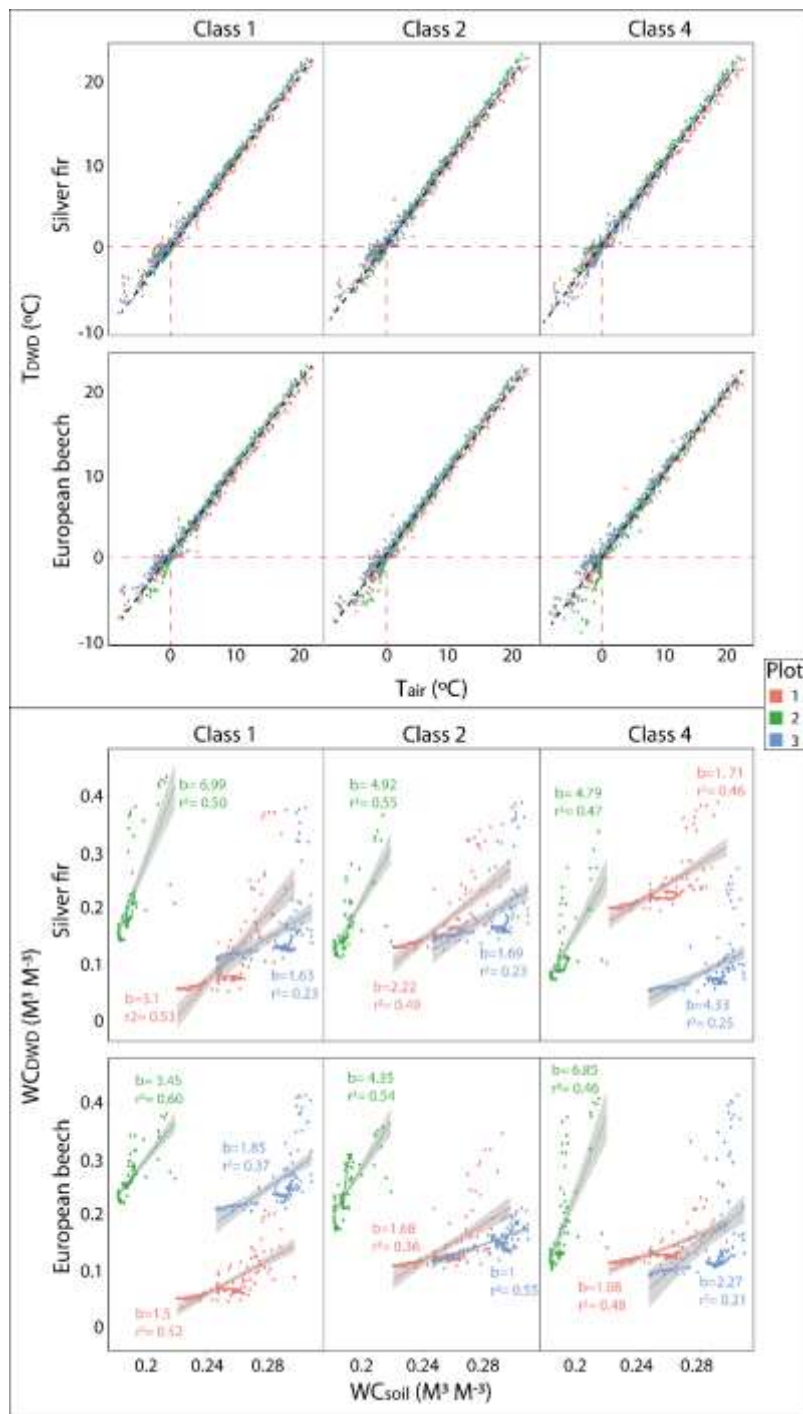


Figura 3. A, Comparație între temperatura măsurată la 10cm deasupra solului (T_{air} , X-axis) și la 10cm în interiorul pieselor de lemn de 25 cm diametru de brad (sus) și fag (jos), clasele de descompunere 1, 2 și 4 (TDWD, de la stânga la dreapta). 0°C pe ambele axe este reprezentată cu o linie roșie întreruptă. $N = 3$. B, Comparația umidității volumetrice (M^3/M^3) 10cm în interiorul solului (WC_{soil}) și 10cm în interiorul pieselor de lemn mort (brad-sus, fag- jos, clasele de descompunere (1, 2 și 4) (WCD_{wd}). Culoarele reprezintă cele 3 suprafețe de probă (1, 2 și 3) în care au fost efectuate măsurătorile. $N = 3$.

Măsurătorile de respirație a lemnului mort și modelarea acestora

Emisiile de CO₂ din lemnul mort sunt complexe și variabile. Această variabilitate nu este determinată doar de caracteristicile de mediu (temperatură, umiditate, poziție), ci și de proprietățile intrinseci caracteristice speciei de arbori, organismelor descompunătoare și compoziției chimice a lemnului. În cadrul acestui studiu vom încerca să prezentăm și să înțelegem caracteristicile emisiilor de carbon precum și să le modelăm în vederea realizării de predicții.

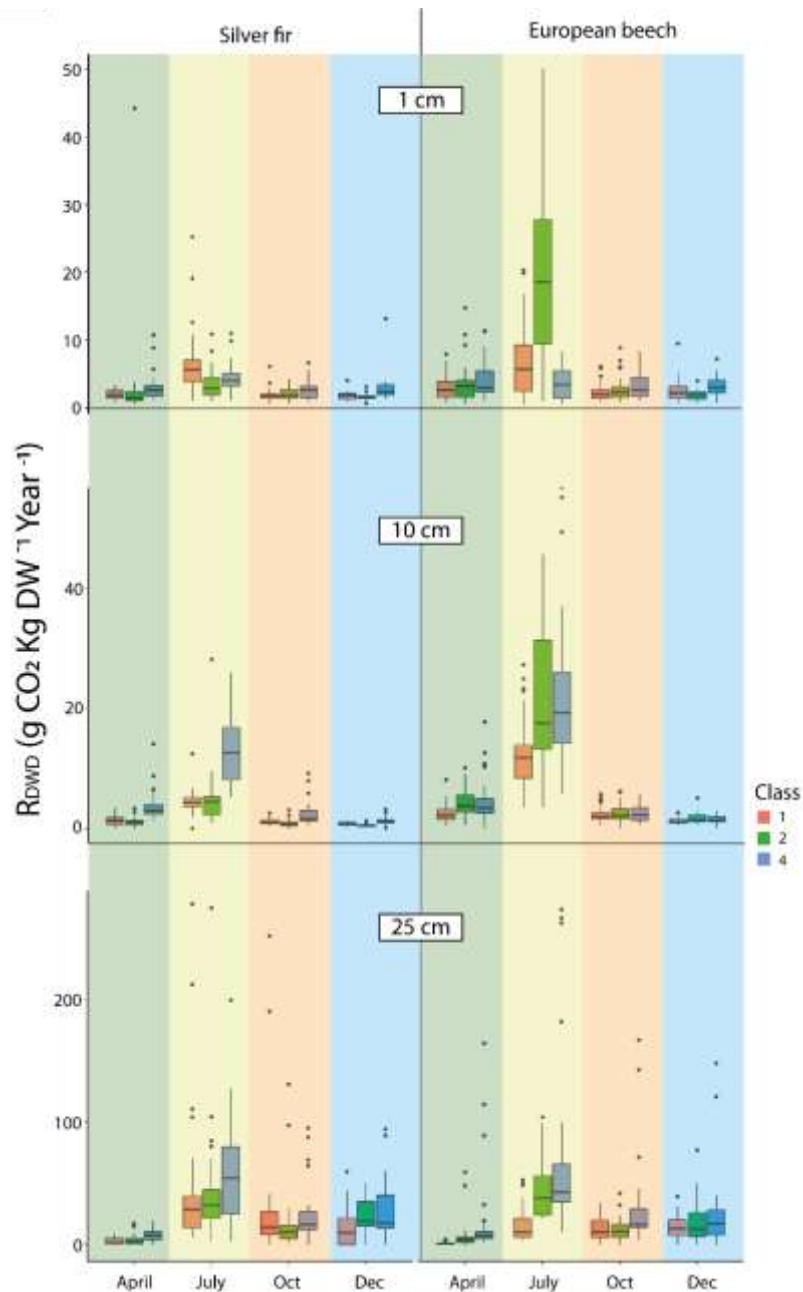


Figura 4. Respirația medie în g CO₂ per kg lemn mort și pe an separat pentru brad (stânga) și fag (dreapta) pentru piesele de lemn mort cu diametru de 1, 10 și 25cm (de sus în jos). Clasele de descompunere sunt prezentate în culori (roșu, clasa 1; verde, clasa 2; albastru, clasa 4). Fundalurile diferite reprezintă anotimpuri diferite.

Respirația medie exprimată în g CO₂ pe kg de lemn mort și an a prezentat valori reduse primăvara, valori ridicate vara, pentru ca apoi să scadă din nou toamna și iarna (Figura 4). Rata respirației a diferit și în funcție de diametrul pieselor de lemn mort. Astfel, în timp ce piesele de lemn mort cu diametrul de 1 și 10 cm au avut o respirație între 2 și 30 g CO₂ kg lemn mort-1 an-1, cantitatea de CO₂ emisă în atmosferă de piesele cu diametrul de 25 cm este de 10 ori mai mare pe gram de lemn mort comparativ cu cea a pieselor mai mici

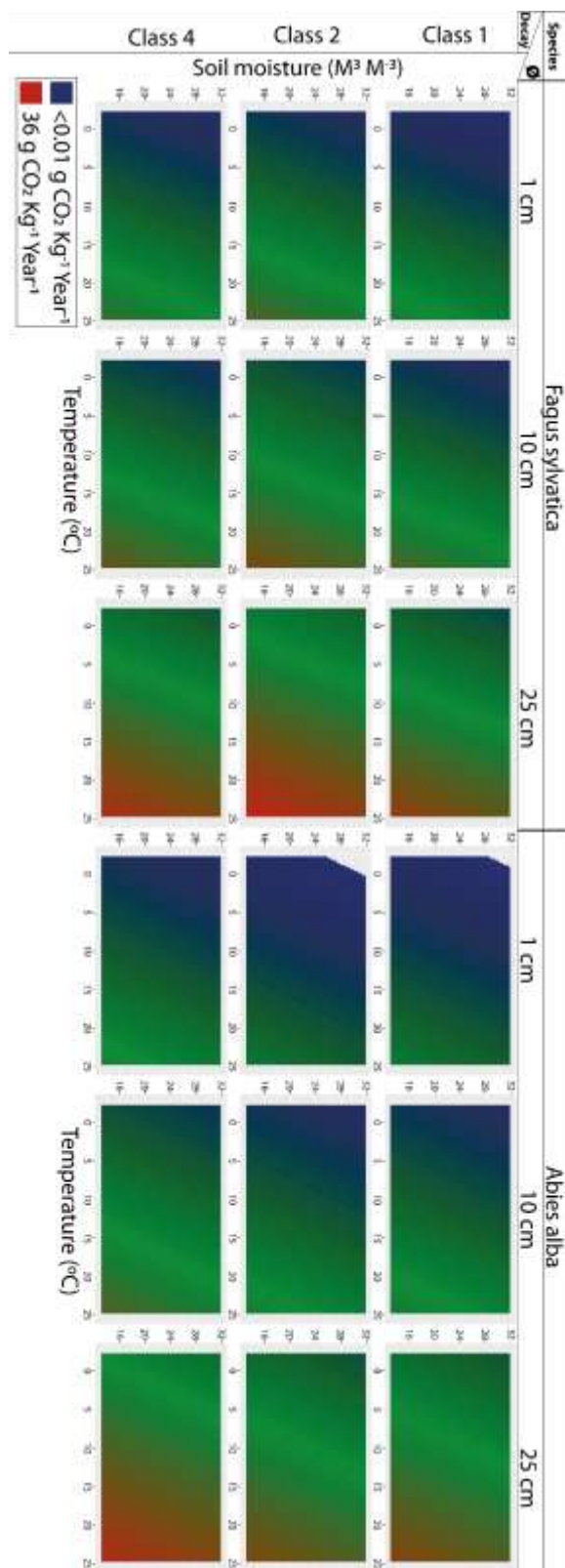


Figura 5.

Diagramele de contur ale predicției respirației lemnului mort pentru fag și brad cu diametrul de 1, 10 și 25 cm și pentru clasele de descompunere 1, 2 și 4. Previziunile au luat în considerare 100 de valori posibile ale Tair și WCsol (umidității din sol) între valorile măsurate pe teren și toate combinațiile acestora. Modelul descris mai sus a fost utilizat pentru a calcula valorile finale de CO₂ pe an. Culorile albastre indică valori scăzute ale respirației, în timp ce culorile roșii indică valori mai ridicate ale respirației. Lipsa culorii înseamnă respirație zero.

În timpul verii, când respirațiile sunt ridicate, se pot observa diferențe semnificative între clasele de descompunere, însă acestea diferă în funcție de specie. Astfel, în timp ce bradul pare să aibă respirații mai ridicate în clasa 4 de descompunere cu diametrul de 10 și 25 cm, fagul tinde să aibă un CO₂ mai ridicat în clasa 2 de descompunere. Diferite modele liniare cu efecte mixte (LME; "nlme" "Rpackage, Pinheiro et al., 2020) au fost rulate pentru a analiza tendințele respirației lemnului mort pe diferite clase de descompunere, pentru cele două specii de arbori și în funcție de celelalte variabile climatologice. Variabilele incluse ca parte fixă în model au fost selectate pe baza criteriului informațional Akaike (AIC) (modelele cu cel mai mic AIC) cu ajutorul pachetului MuMin (Barton, 2022). În final, variabilele selectate au fost: temperatura aerului, umiditatea solului, clasa de descompunere (1, 2 și 4), specia (fag și brad), densitatea, diametrul și toate interacțiunile dintre specie și toate celelalte variabile menționate. Ratele de respirație sunt cu atât mai mari cu cât diametrul piesei de lemn mort este mai mare, ceea ce este logic, deoarece lemnul acționează ca adăpost pentru diferite specii de descompunători. O piesă mai mare de lemn mort permite o colonizare a acesteia de către comunități mai diverse și mai bogate de descompunători, ceea ce, la rândul său, provoacă rate de respirație mai mari. De asemenea, lemnul mort de fag are o respirație mai mare, acest lucru fiind deja cunoscut, angiospermele tinzând să aibă rate de descompunere mai accentuate, datorită faptului că lemnul acestora este mai ușor de descompus, în timp ce lemnul gimnospermelor are un conținut mai ridicat de lignină și sevă antimicrobiană, care împiedică proliferarea timpurie a microorganismelor.

Astfel s-ar putea explica și de ce lemnul mort de fag din clasa a 2-a de descompunere, are cea mai mare rată de respirație, în timp ce în cazul bradului lemnul mort din clasa a 4-a prezintă cea mai ridicată rată de emisie de CO₂.

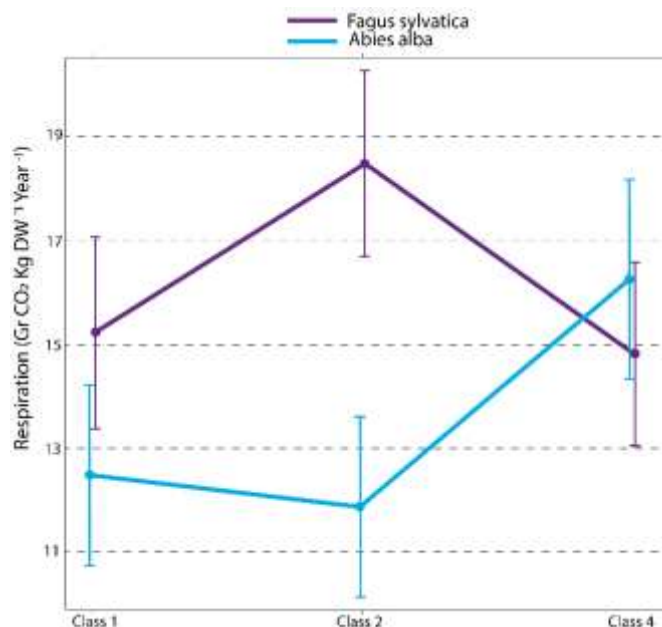


Figura 6. Rata de respirație (g CO₂ kg lemn mort⁻¹ an⁻¹), pe specii și clase de descompunere

Este general acceptat că temperaturi și umidități ridicate determină o rată mai mare a respirației, în studiul nostru însă umiditatea are un efect negativ asupra respirației pentru ambele specii, și pentru toate clasele de diametre și de descompunere. Acest efect este rar

Întâlnit în comparație cu rezultatele obținute în alte ecosisteme și poate fi rezultatul umidității medii deja ridicate a pădurii studiate, prezentată și explicată mai sus. Valoarea medie ridicată a umidității din pădurea studiată poate duce la anoxia sau la lixivierea enzimelor și nutrienților din lemnul mort, ceea ce duce la o respirație generală mai scăzută. Această interacțiune poate fi, de asemenea, responsabilă pentru emisiile scăzute de CO₂ detectate primăvara.

Concluzionând, putem spune că: (a) Temperatura măsurată în interiorul lemnului mort a fost aceeași cu cea a aerului (din exteriorul acestuia) și că temperatura în general a fost omogenă în cadrul pădurii studiate; (b) Umiditatea a depins mai mult de locația suprafeței de probă în cadrul pădurii, decât de specie sau de clasa de descompunere a lemnului mort; (c) Diametrul piesei de lemn mort este un factor determinant în ceea ce privește descompunerea lemnului și rata respirației, diametrele mai mari descompunându-se mai rapid și astfel eliberând mai mult CO₂; (d) În pădurea virgină studiată, în timp respirația a crescut cu temperatura, așa cum era de așteptat, umiditatea a influențat negativ respirația, probabil ca rezultat a unei păduri tamponate în care organismele trăiesc netulburate până la apariția unor evenimente pluviale importante.

Analiza elementelor chimice, pH-ul și densitatea lemnului mort

Atât densitatea, cât și pH-ul lemnului depind de mai multe variabile în timpul vieții arborelui, însă, după ce arborele moare și cade pe pământ, bacteriile și ciupercile, care vor consuma componentele stocate în lemn, vor provoca o pierdere de material și, prin urmare, o reducere a densității lemnului, în timp ce mediul se acidifică ca urmare a acțiunii enzimatice.

După cum se poate observa din rezultatele acestui studiu, densitatea a diferit nu doar între speciile de arbori ci și în funcție de diametrul pieselor de lemn mort studiate (Figura 7). După cum era de așteptat, o densitate a lemnului mai mare a fost găsită în piesele cu un diametru de 1 cm, comparativ cu cele cu diametre mai mari. Aceasta se poate datora unei caracteristici intrinseci de creștere a arborilor, deoarece tulpinile acestora trebuie să fie puternice pentru a face față evenimentelor meteorologice care ar putea rupe ramura, producând o pierdere de frunze, care se va încheia cu o reducere a fitness-ului arborelui. Cu toate acestea, trebuie să se acorde atenție posibilității unui bias de selecție în momentul stabilirii experimentului. Deși este ușor de găsit bucăți de lemn mai mari (de exemplu, cu diametrul de 10 și 25 cm), ramurile se rup mai ușor, iar după ani de zile, capacitatea de supraviețuire a bucății de lemn mort va depinde de rezistența acesteia. Valoarea densității s-a redus cu cât lemnul mort este într-un proces mai avansat de descompunere, diferențe notabile fiind găsite între clasa a 4-a și celelalte două clase (1 și 2), pentru ambele specii.

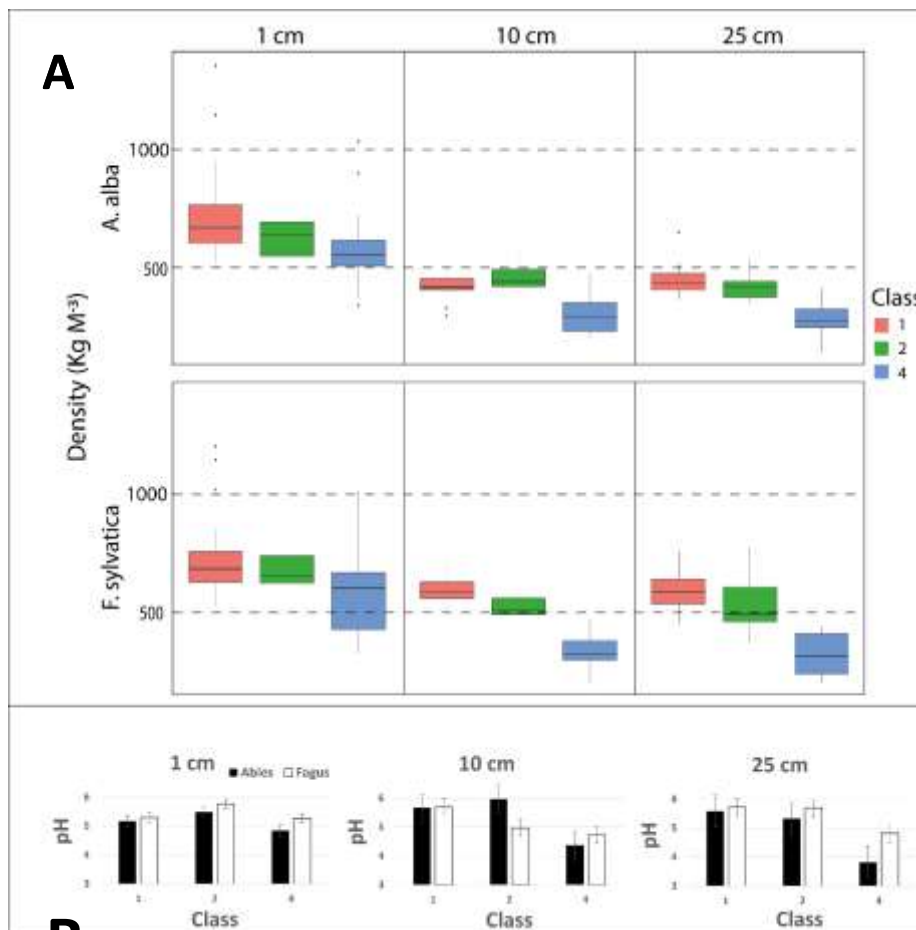


Figura 7. A. Densitatea (Kg m^{-3}) probelor de lemn mort preluate din piesele de lemn cu diametru de 1, 10 și 25 cm de fag (jos) și brad (sus) pe clase de descompunere (1-roșu, 2 - verde, albastru- 4). B.pH-ului probelor de lemn mort preluate din piesele de lemn cu diametru de 1, 10 și 25 cm de fag (negru) și brad (alb) pe clase de descompunere.

În ceea ce privește pH-ul, s-a constatat un tipar similar cu cel al densității, respectiv o acidificare a lemnului mort pe măsură ce lemnul se descompune, fără diferențe notabile între clasele 1 și 2, în timp ce, așa cum era de așteptat, clasa 4 este cea mai acidă la ambele specii. Încadrarea pieselor de lemn în cele trei clase de descompunere, s-a realizat vizual, pe baza unor caracteristici externe ale lemnului, stabilite de mai mulți cercetători prin inspecții atente. Acest proces de selecție a pornit de la rezistența generală a lemnului până la pierderea scoarței, dezvoltarea de briofite și ciuperci și chiar la acumularea de apă sau îngroparea parțială a bucății de lemn în sol. Rezultatele de până acum ale studiului nostru arată că procesul de selecție nu poate fi rezumat doar la caracteistici precum densitatea sau pH-ul și că ar trebui să se facă un studiu mai amănunțit (de exemplu, lignină, conținuturi C/N, ergosterol, celuloză,...) atunci când se încearcă standardizarea proprietăților chimice ale diferitelor clase de descompunere a lemnului mort.

Carbonul, azotul și raportul C/N

Odată ce bucata de lemn mort este colonizată, începe să fie consumată de către organismele descompunătoare. Bacteriile, ciupercile și artropodele, în principal, vor utiliza azotul și îl vor

Încorporează în propria biomasă, în timp ce carbonul stocat în lemn va fi folosit pentru asigurarea metabolismului și va fi eliberat sub formă de CO₂. Carbonul și azotul rămase în lemn reprezintă, prin urmare, un marker important al activității microbiene, iar relația dintre cele două elemente chimice, exprimată de regulă prin raportul C/N, este un indicator fiabil al stadiului de descompunere.

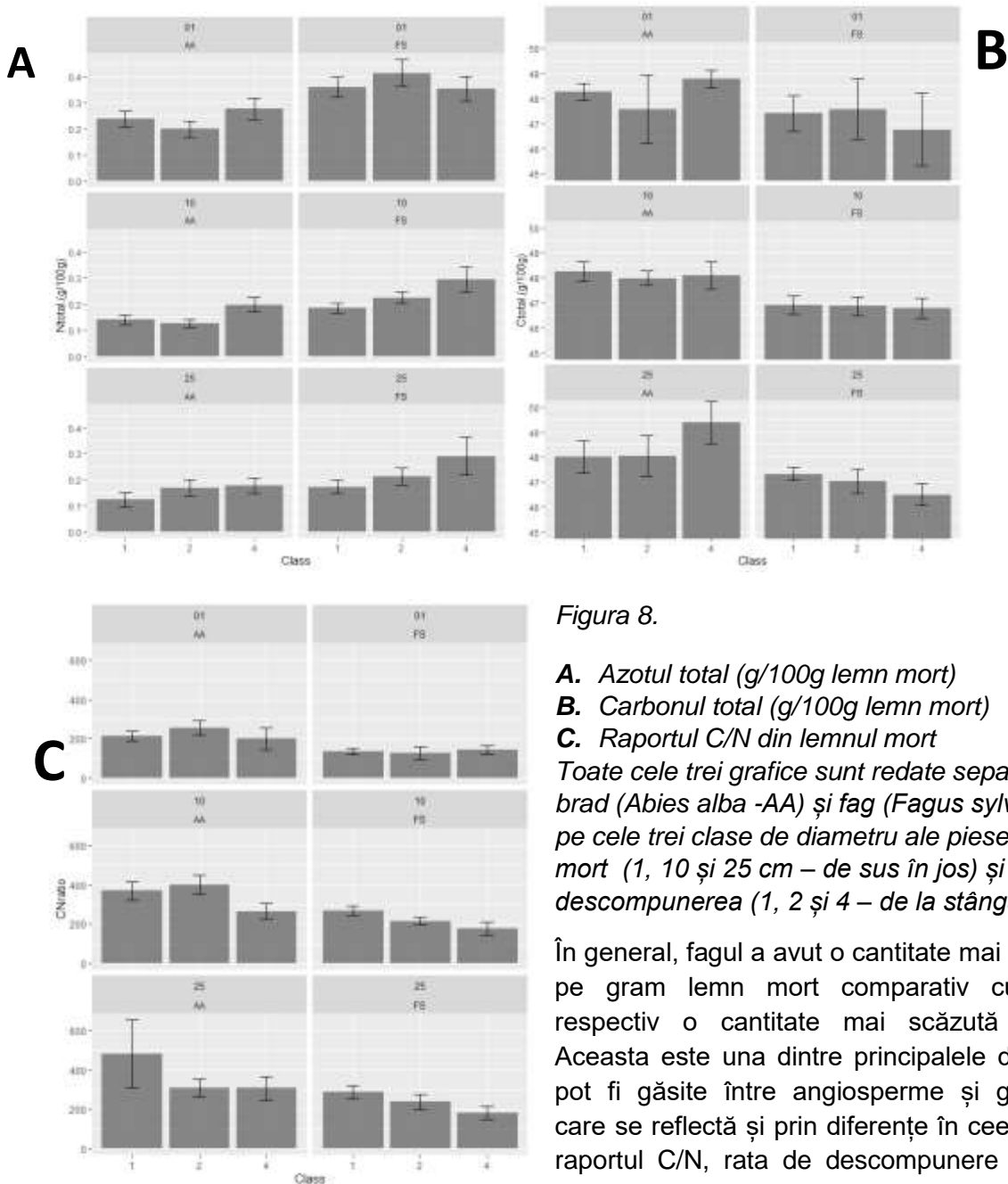


Figura 8.

- A.** Azotul total (g/100g lemn mort)
- B.** Carbonul total (g/100g lemn mort)
- C.** Raportul C/N din lemnul mort

Toate cele trei grafice sunt redade separat pe specii: brad (*Abies alba* -AA) și fag (*Fagus sylvatica* -FS), pe cele trei clase de diametru ale pieselor de lemn mort (1, 10 și 25 cm – de sus în jos) și pe clase de descompunerea (1, 2 și 4 – de la stânga la dreapta).

În general, fagul a avut o cantitate mai mare de azot pe gram lemn mort comparativ cu bradul, și respectiv o cantitate mai scăzută de carbon. Aceasta este una dintre principalele diferențe care pot fi găsite între angiosperme și gimnosperme, care se reflectă și prin diferențe în ceea ce privește raportul C/N, rata de descompunere (a se vedea mai jos) și densitatea lemnului (a se vedea sus)

celor două specii. Raportul C/N arată cât de diferită este descompunerea celor două specii. Pe măsură ce trece timpul, lemnul mort de fag (dreapta) prezintă o reducere mai stabilă și continuă a raportului C/N, în timp ce, pe de altă parte, lemnul mort de brad (stânga) prezintă o diferență uriașă între o anumită clasă și o stabilizare în clasele următoare. Rezultatele ulterioare vor confirma această diferență în ceea ce privește rata de descompunere (a se vedea mai jos).

Celuloza și lignina

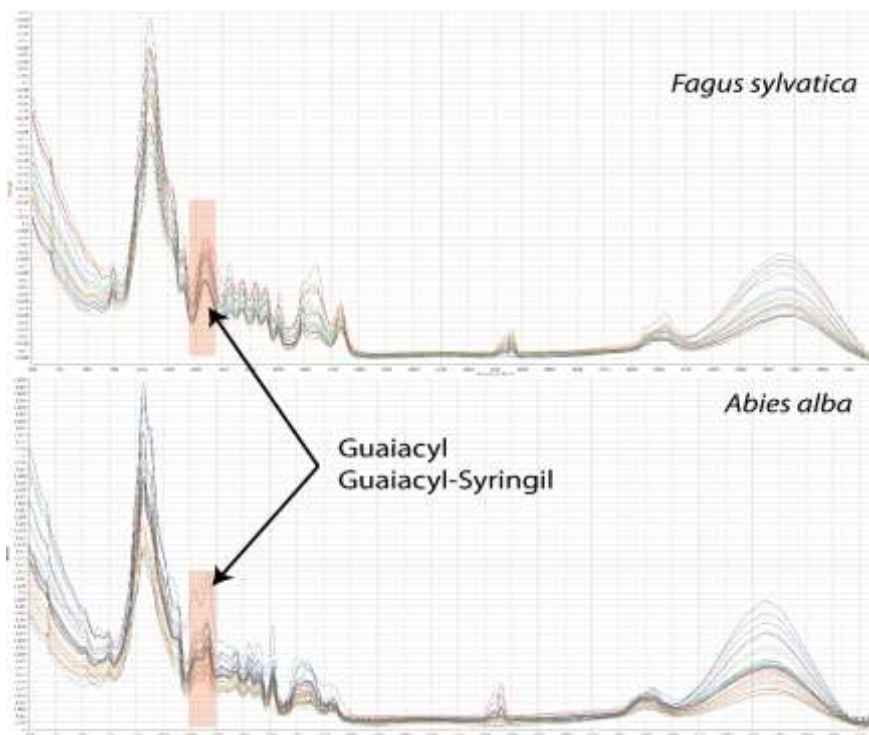


Figura 10. Măsurătorile spectrale ale eșantioanelor de *Fagus sylvatica* (sus) și *Abies alba* (jos) realizate prin spectroscopie în infraroșu apropiat (NIRS). Benzile de absorbție ale guaiacylului și guaiacyl-syringilului sunt marcate între 1200 and 1350 nm.

Spectroscopia ne va permite cuantificarea ligninei și a celulozei din lemnul mort, ceea ce ne va conduce la o mai bună înțelegere a comportamentului celor două specii de lemn mort în timpul descompunerii. Graficul arată deja diferențele concentrației de alcool guaiacil, componenta principală a lemnului moale al gimnospermelor și de alcool guaiacil-siringil, componenta principală a lemnului tare al angiospermelor.

(III) Studiarea insectelor implicate în procesul de descompunere a lemnului mort (instalarea colectoarelor de insecte, colectarea acestora, precum și identificarea lor în laborator)

Identificarea insectelor în laborator presupune următoarele etape:

a. Conservarea insectelor până în momentul sortării s-a făcut prin congelare în lada frigorifică.

b. Curățirea, pregătirea, sortarea speciilor de insecte din probe

Pentru fiecare dată de colectare, această activitate conduce la următorul consum de timp: -Capcane tip Barber = 1h/capcană -Capcane tip aripă = 30min/capcană

c. Identificarea speciilor de insecte

În cazul capcanelor tip Barber, identificarea indivizilor durează circa 5 minute pentru speciile rare ca *Dima elateroides* sau speciile din genuri polispecifice ca *Pterosticus* spp. În cazul capcanelor tip aripă, identificarea indivizilor este un proces ± laborios, acesta durând de obicei între 5 și 10 minute, în cazul speciilor rare sau minuscule ca de exemplu *Xylechinus pilosus* putând ajunge și peste 10 minute. În identificarea speciilor genurilor polispecifice dar și monospecifice s-au luat în considerare

În procesul de diagnoză caractere morfologice externe precum rugozitatea elitrelor, setulozitatea marginilor pronotului, dimensiunile și colorația indivizilor, setulozitatea palpiilor labiali dar și alte caractere. De exemplu, în cazul genului *Carabus*, gen polispecific, pentru validarea speciei *C. violaceus* procesul de identificare a necesitat confirmarea vizuală a absenței reliefului elitrelor, a prezenței setelor pe marginile laterale a pronotului, dimensiunea individului să fie cuprinsă între 20-35mm, prezența mai multor sete pe penultimul segment al palpiilor labiali și absența porilor setigeri pe gulă, ultimele două caractere fiind definatorii pentru diferențierea speciei *C. violaceus* de *C. glabratus*. În cazul în care determinarea speciilor unui gen nu este posibilă comparând caractere morfologice externe, este necesară disecția individului și extragerea armăturii genitale pentru identificare. Unul dintre cazurile care au necesitat această operație este identificarea speciilor din genul *Catops*, gen polispecific, cu speciile genului nediferențiabile morfologic. Durata de timp pentru acest tip de operație este de cca. 10 minute. Pentru fiecare dată de colectare, această activitate conduce la următorul consum de timp: Capcane tip Barber: în medie 20 minute/capcană,-Capcane tip aripă: în medie 30 minute/capcană

d. Lista preliminară a speciilor colectate în intervalul 12.08.2021-9.10.2021

În capturile din datele 12.08.2021, 26.08.2021, 10.09.2021, 24.09.2021, și 09.10.2021, s-au capturat următoarele specii:

FAMILIA	SPECIA	NR.EX.	FAMILIA	SPECIA	NR.EX.
Carabidae	<i>Carabus auronitens</i>	35	Carabidae	<i>Dromius fenestratus</i>	1
	<i>Carabus cancellatus</i>	1	Cerambycidae	<i>Prionus coriarius</i>	1
	<i>Carabus coriaceus</i>	620	Cryptophagidae	<i>Cryptophagus cylindrellus</i>	1
	<i>Carabus intricatus</i>	1	Curculionidae	<i>Orchestes fagi</i>	17
	<i>Carabus linnaei</i>	67		<i>Polygraphus poligraphus</i>	1
	<i>Carabus scabriusculus</i>	1		<i>Strophosoma melanogrammum</i>	2
	<i>Carabus violaceus</i>	707	<i>Trypodendron lineatum</i>	1	
	<i>Cychrus caraboides</i>	70	Dasytidae	<i>Dasytes plumbeus</i>	1
	<i>Cychrus semigranosus</i>	38	Elateridae	<i>Ampedus erythrogonus</i>	1
	<i>Molops ovipennis</i>	1	Latridiidae	<i>Enicmus fungicola</i>	1
	<i>Pterostichus niger</i>	23	Melandryidae	<i>Serropalpus barbatus</i>	12
Cerambycidae	<i>Prionus coriarius</i>	4	Ptinidae	<i>Anobium punctatum</i>	1
Geotrupidae	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	5840	Salpingidae	<i>Salpingus ruficollis</i>	9
	<i>Trypocopris vernalis</i>	2	Scarabaeidae	<i>Aphodius luridus</i>	2
Lucanidae	<i>Dorcus parallelipedus</i>	1	Staphylinidae	<i>Atrecus pilicornis</i>	1
Silphidae	<i>Nicrophorus humator</i>	2		<i>Quedius lateralis</i>	1
	<i>Nicrophorus vespilloides</i>	129		<i>Quedius plagiatus</i>	6
	<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	1			
TOTAL	18	7543	TOTAL	17	59
Tabelul 1. Speciile capturate la capcane tip Barber			Tabelul 2. Speciile capturate la capcane tip aripă		

La **capcanele tip Barber** s-au capturat 18 de specii de coleoptere, cu un număr total de 7543 indivizi. Speciile aparțin unui număr de 5 familii, familiile Geotrupidae și Carabidae înregistrând cel mai mare număr de indivizi capturați, cea mai abundent specifică familie fiind familia Carabidae cu un număr de 11 specii capturate. Speciile cu cel mai mare număr de indivizi au fost: *Carabus coriaceus* (620); *Carabus violaceus* (707) din familia Carabidae, *Anoplotrupes stercorosus* (5840) din familia Geotrupidae și *Nicrophorus vespilloides* (129) din familia Silphidae (Tabelul 1). La **capcanele tip aripă** s-au capturat 59 indivizi din 17 de specii. Speciile aparțin unui număr de 12 familii, familiile

Curculionidae și Melandryidae înregistrând cel mai mare număr de indivizi capturați, cea mai abundent specifică familie fiind familia Curculionidae cu un număr de 4 specii capturate. Speciile cu cel mai mare număr de indivizi au fost: *Orchestes fagi* (17) din familia Curculionidae și *Serropalpus barbatus* (12) din familia Melandryidae precum și *Salpingus ruficollis* (9) din familia Salpingidae (Tabelul 2).

e. Variația capturilor în intervalul 17.06.2021-9.10.2021

Se observă o descreștere vizibilă a numărului de indivizi pe parcursul intervalului de colectare atât în cazul indivizilor colectați la capcanele tip Barber (Figura 2.a) cât și a celor colectați la capcanele tip aripă (Figura 2.b). Aceasta se datorează tranziției între sezonul vernal către cel hibernal corelată cu perioada de intrare în diapauză a coleopterelor. Se observă maxime populaționale la sfârșitul sezonului vernal, corespunzătoare cu perioada care datorită decalajului climatic între etajele fitoclimatice, prezintă cea mai abundentă activitate circadiană.

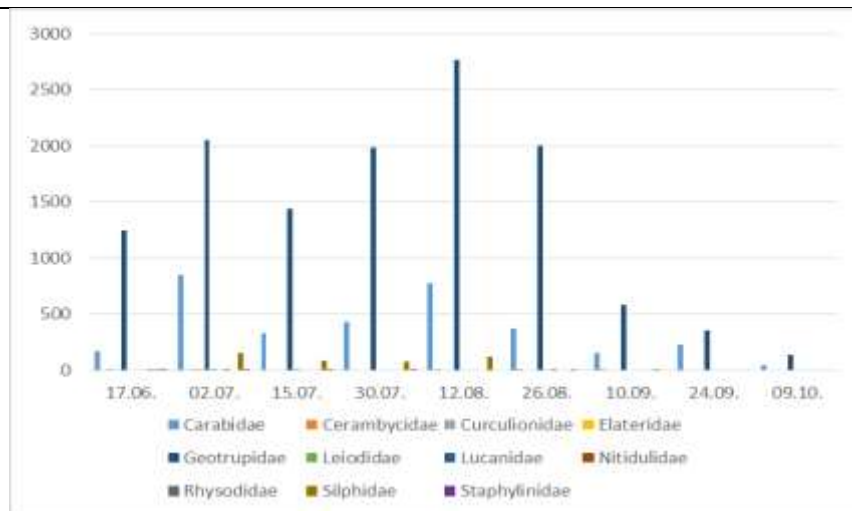
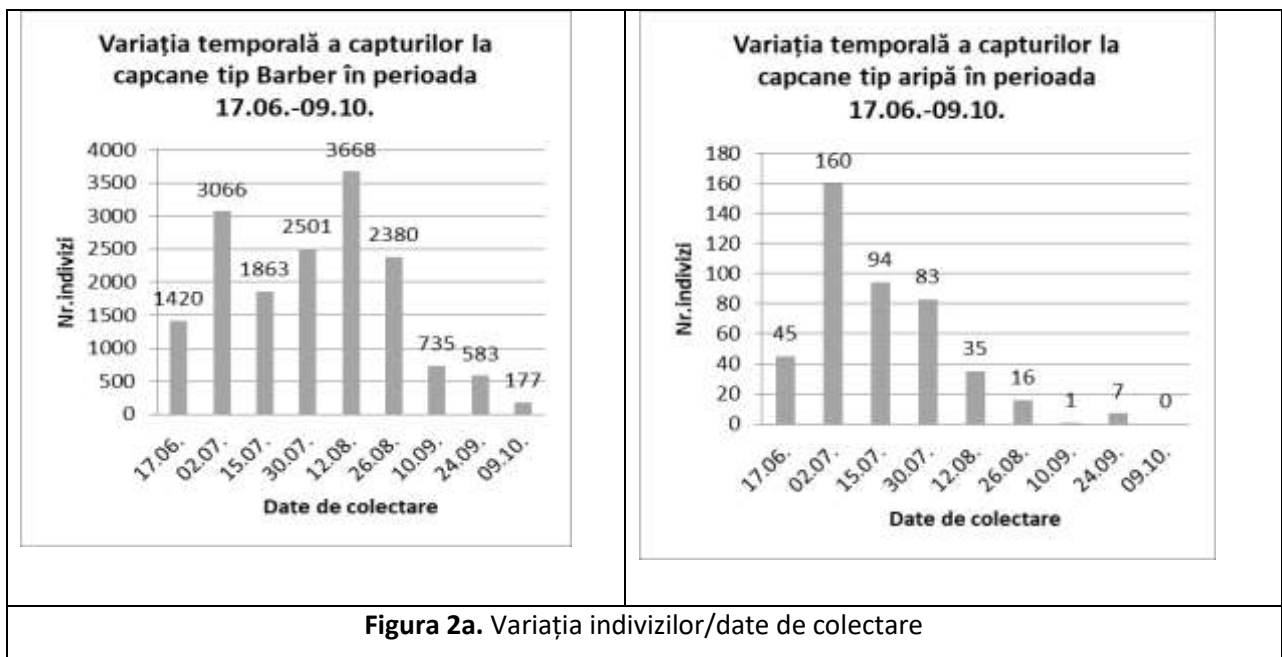


Figura 3. Variația temporală a capturilor în 2021 pe familii (la capcanele Barber)

Analizând datele se observă faptul că la prima colectare sunt prezente 6 familii, iar la finalul colectărilor doar 2 familii, multe dintre acestea terminându-și ciclul biologic odată cu scăderea temperaturii. Familiile care au câte 1-2 reprezentanți se găsesc predominant în lunile de vară.

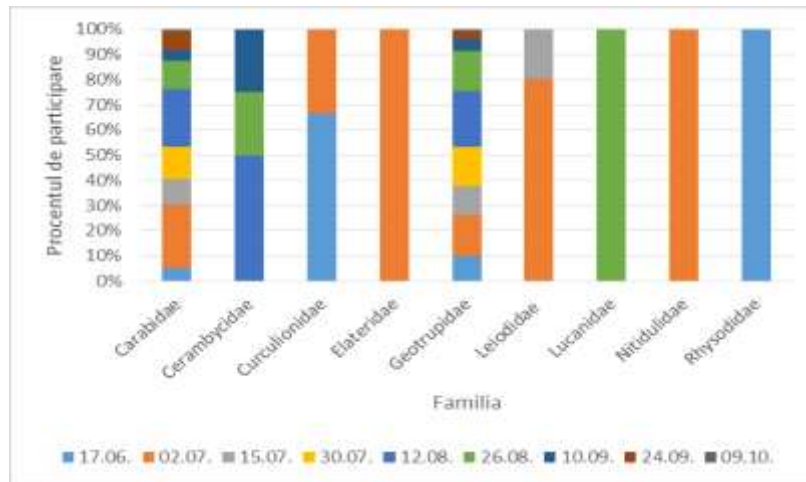


Figura 4. Procentul de participare al familiilor în funcție de data (la capcane Barber)

f. Analiza ecologică a speciilor

Analiza ecologică a criteriului **dominanței** ne relevă faptul că la **capcanele tip Barber** majoritatea speciilor sunt subrecedente (26), este prezentă 1 specie recedentă, 7 subdominante, 2 dominante și 1 eudominantă. Prezența speciilor dominante *Carabus coriaceus* și *Carabus violaceus* precum și a eudominantei *Anoplotrupes stercorosus* ne indică o abundență zonală a entomosaprofagilor și saprofagilor. La **capcanele tip aripă**, 56 de specii au fost subrecedente, 7 recedente, 4 subdominante, 2 dominante și 2 eudominante. Eudominantele sunt aici în strânsă legătură cu prezența fagului în biotop, *Orchestes fagi* precum și a lemnului mort, *Serropalpus barbatus*.

Referindu-ne la **constanța** speciilor, constatăm că la **capcanele tip Barber** 24 de specii au fost capturate accidental, 3 sunt constante și 9 euconstante precum și o specie accesorie. Se remarcă tendința speciilor din familia Carabidae de a fi în general prezente ca spectru cu specific tericol. La capcanele tip aripă, 57 de specii sunt accidental capturate, 7 sunt accesorii, 3 sunt constante și 4 euconstante. Se remarcă aici ca specii euconstante, speciile care depind trofic de lemnul mort, *Serropalpus barbatus* și *Salpingus ruficollis*, în timp ce speciile *Orchestes fagi* sau *Agriotes acuminatus* sunt în strânsă legătură cu vegetația zonei.

Un criteriu important analizat este **indicele de semnificație ecologică** care redă elocvența ecologică a speciilor dintr-o biocenoză dată. După acest criteriu la **capcanele tip Barber** se disting 27 de specii pozitiv accidentale, 7 accesorii și 3 caracteristice. În aceeași situație se află și spectrul surprins la **capcanele tip aripă**, cu 53 de specii pozitiv accidentale, 14 accesorii și doar 4 caracteristice.

Tabelul 3. Indicii ecologici ai speciilor capturate la capcane tip aripă

Specia	Nr.ex.	Domanța		Constanța		Semnificația ecologică	
		relativă	Clasa	relativă	Clasa	relativă	Clasa
<i>Agabus uliginosus</i>	2	0.45	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Agathidium nigripenne</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Agriotes acuminatus</i>	27	6.12	dominant	86.67	euconstant	5.3	caracteristic
<i>Ampedus erythrogonus</i>	4	0.91	subrecedent	20.00	accidental	0.2	accesoriu

<i>Ampedus pomorum</i>	2	0.45	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Anaspis rufilabris</i>	9	2.04	recedent	46.67	accesoriu	1.0	accesoriu
<i>Anisandrus dispar</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Anobium punctatum</i>	8	1.81	recedent	33.33	accesoriu	0.6	accesoriu
<i>Aphodius luridus</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Atrecus affinis</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Atrecus pilicornis</i>	3	0.68	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Bolitophagus reticulatus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Catops picipes</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Ceruchus chrysmelinus</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Cerylon fagi</i>	6	1.36	recedent	33.33	accesoriu	0.5	accesoriu
<i>Clambus punctulum</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Corticus unicolor</i>	10	2.27	subdominant	40.00	accesoriu	0.9	accesoriu
<i>Cryptophagus cylindrellus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Cyllodes ater</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Dasytes plumbeus</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Denticollis linearis</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Denticollis rubens</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Dictyoptera aurora</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Dromius agilis</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Dromius fenestratus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Echinodera hypocrita</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Elateroidea dermestoides</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Enicmus fungicola</i>	4	0.91	subrecedent	20.00	accidental	0.2	accesoriu
<i>Hemicoelus costatus</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Hemicrepidius niger</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Melanotus villosus</i>	16	3.63	subrecedent	53.33	constant	1.9	accesoriu
<i>Melasis buprestoides</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Mycetina cruciata</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Nicrophorus vespilloides</i>	2	0.45	subrecedent	2.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Nosodomodes tuberculatus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Ontophagus verticicornis</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Orchestes fagi</i>	96	21.77	eudominant	100.00	euconstant	21.8	characteristic
<i>Otiorhynchus chrysostictus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Oxymirus cursor</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Philonthus laevicollis</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Phyllobius argentatus</i>	2	0.45	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Pityogenes chalcographus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Polygraphus poligraphus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Prionus coriarius</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Ptilinus pectinicornis</i>	7	1.59	recedent	40.00	accesoriu	0.6	accesoriu
<i>Ptinomorphus imperialis</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Ptinus dubius</i>	7	1.59	recedent	20.00	accidental	0.3	accesoriu
<i>Ptinus fur</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental

<i>Pycnomerus terebrans</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Pyropterus nigroruber</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Quedius lateralis</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Quedius plagiatus</i>	6	1.36	recedent	26.67	accesoriu	0.4	accesoriu
<i>Rhagonycha translucida</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Rhizophagus dispar</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Rhizophagus nitidulus</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Rhyncolus ater</i>	10	2.27	subdominant	26.67	accesoriu	0.6	accesoriu
<i>Rhysodes sulcatus</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Salpingus ruficollis</i>	44	9.98	dominant	86.67	euconstant	8.6	caracteristic
<i>Sepedophilus constans</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Serropalpus barbatus</i>	57	12.93	eudominant	86.67	euconstant	11.2	caracteristic
<i>Sinodendron cylindricum</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Stenurella melanura</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Stephostethus alternans</i>	5	1.13	recedent	20.00	accidental	0.2	accesoriu
<i>Strophosoma melanogrammum</i>	16	3.63	subdominant	66.67	constant	2.4	accesoriu
<i>Synchita variegata</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Trixagus atticus</i>	3	0.68	subrecedent	20.00	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Trypodendron domesticum</i>	1	0.23	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Trypodendron lineatum</i>	20	4.54	subdominant	60.00	constant	2.7	accesoriu
<i>Vincenzellus ruficollis</i>	4	0.91	subrecedent	6.67	accidental	0.1	pozitiv accidental
<i>Xylodromus testaceus</i>	2	0.45	subrecedent	13.33	accidental	0.1	pozitiv accidental
Grand Total	441						

Tabelul 4. Indicii ecologici ai speciilor capturate la capcane tip aripă

Specia	Nr.ex.	Dominanța		Constanța		Semnificația ecologică	
		relativă	Clasa	relativă	Clasa	relativă	Clasa
<i>Abax parallelipedus</i>	4	0.02	subrecedent	20.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	12568	76.67	eudominant	100.00	euconstant	76.7	caracteristic
<i>Carabus auronitens</i>	93	0.57	subrecedent	100.00	euconstant	0.6	accesoriu
<i>Carabus cancellatus</i>	28	0.17	subrecedent	60.00	constant	0.1	pozitiv accidental
<i>Carabus coriaceus</i>	836	5.10	dominant	100.00	euconstant	5.1	caracteristic
<i>Carabus intricatus</i>	4	0.02	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Carabus linnaei</i>	371	2.26	subdominant	100.00	euconstant	2.3	accesoriu
<i>Carabus scabriusculus</i>	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Carabus violaceus</i>	1503	9.17	dominant	100.00	euconstant	9.2	caracteristic
<i>Catops picipes</i>	10	0.06	subrecedent	20.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Cychrus caraboides</i>	118	0.72	subrecedent	100.00	euconstant	0.7	accesoriu
<i>Cychrus semigranosus</i>	102	0.62	subrecedent	100.00	euconstant	0.6	accesoriu
<i>Cyllodes ater</i>	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Dima elateroides</i>	1	0.01	subrecedent	0.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Dorcus parallelipedus</i>	1	0.01	subrecedent	0.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Hylobius abietis</i>	1	0.01	subrecedent	0.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Licinus hoffmannseggii</i>	25	0.15	subrecedent	73.33	constant	0.1	pozitiv accidental
<i>Lordithon lunulatus</i>	1	0.01	subrecedent	0.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
<i>Molops ovipennis</i>	39	0.24	subrecedent	66.67	constant	0.2	accesoriu

Nebria brevicollis	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Nicrophorus humator	4	0.02	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
Nicrophorus interruptus	2	0.01	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
Nicrophorus vespilloides	446	2.72	subdominant	100.00	euconstant	2.7	accesoriu
Ocyopus nitens	2	0.01	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
Oiceoptoma thoracicum	2	0.01	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
Phyllobius argentatus	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Platydacus chalcocephalus	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Platynus assimilis	7	0.04	subrecedent	13.33	accidental	0.0	pozitiv accidental
Prionus coriarius	4	0.02	subrecedent	20.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
Pterostichus jurinei	7	0.04	subrecedent	20.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
Pterostichus macer	1	0.01	subrecedent	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Pterostichus niger	195	1.19	recedent	100.00	euconstant	1.2	accesoriu
Pterostichus oblongopunctatus	7	0.04	subdominant	33.33	accesoriu	0.0	pozitiv accidental
Quedius lateralis	1	0.01	subdominant	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Rhysodes sulcatus	1	0.01	subdominant	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Strophosoma melanogrammum	1	0.01	subdominant	6.67	accidental	0.0	pozitiv accidental
Trypocopris vernalis	3	0.02	subdominant	20.00	accidental	0.0	pozitiv accidental
Grand Total	16393						

g. Analiza factorilor biotici ce afectează descompunerea mecanică a lemnului mort

În urma desfășurării protocolului detaliat la punctul II, pentru analiza coleopterelor ce afectează descompunerea mecanică a lemnului mort, un subșantionaj aparținând uneia din cele 6 subsecțiuni (vezi pct.II) a fost predată spre analiză detaliată (Tabelul 5). Aceștia i s-a măsurat dimensiunile pentru a putea stabili suprafața precum și a putea raporta la aceasta alte caracteristici urmărite. Pe suprafața subșantionajului a fost identificată prezența galeriilor aparținând unui număr de 6 familii și o subfamilie, respectiv: Scolytinae, Cerambycidae, Siricidae, Lymexylidae, Curculionidae, Buprestidae și Ptinidae urmând modelul specific fiecărui taxon.

În acest sens, s-au măsurat diametrele orificiilor aferente fiecărui taxon prezente pe suprafața subșantionajelor pentru a cuantifica diferența între suprafața afectată și suprafața totală.

Tabelul 5. Caracteristicile subșantionajelor analizate

Proba	Dimensiuni		Prezente galerii de							Diametre orificii							Observații
	Circumferinta	h	Sc	Cer	Si	Lym	Curc	Bup	Pti	Sc	Cer	Si	Lym	Curc	Bup	Pti	Observații
P136	degradat	degradat	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0	0	galerii in lemn, rumeguș îndesat, brun
P136	degradat	degradat	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.06	0	0	0	0	galerii in lemn, rumeguș îndesat, brun
P136	degradat	degradat	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3.1	0	0	0	0	galerii in lemn, rumeguș îndesat, brun
P148	degradat	degradat	1	0	0	0	0	0	0	0.94	0	0	0	0	0	0	galerii Scolytinae

(IV) Diseminarea rezultatelor

1. Articole științifice

- 1.1. Duduman, M.-L.; Beránková, K.; Jakuš, R.; Hradecký, J.; Jirošová, A. Efficiency and Sustainability of *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae) Pheromone Dispensers with Different Designs. *Forests* 2022, 13, 511. <https://doi.org/10.3390/f13040511>
- 1.2. Heres, AM., Polanco-Martinez, J., Petritan, IC., Petritan, AM., Curiel-Yuste, J. 2022. The stationary and non-stationary character of the silver fir, black pine and Scots pine tree-growth-climate relationships. *Agricultural and Forest Meteorology* 325.
- 1.3. Edurne Martinez del Castillo, Christian S Zang, Allan Buras,, Petritan, IC..... 2022. Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Communications Biology* 5, 1-9.
- 1.4. Isabel Dorado-Liñán, Blanca Ayarzagüena, Flurin Babst, Guobao Xu,, Petritan, IC.,...2022. Jet stream position explains regional anomalies in European beech forest productivity and tree growth. *Nature Communications*, 13, 1-10.
- 1.5. Petritan, IC., Mihaila, VV., Curiel-Yuste, J., Bouriaud, O., Petritan, AM. Species-specific deadwood density, its controlling factors and its role in the estimation of deadwood C stock of a virgin European beech-silver fir mixed forest in the Southern Carpathians. *Biogeosciences*. In evaluare.
- 1.6. Isaia, G., Dragomir, MI., Duduman, LM. Diversity of beetles captured in pitfall traps in Șinca Old Growth Forest, Brașov County, Romania: forest reserve versus managed forest. *Forests*. In evaluare.

2. Conferințe

- 2.1. Buezo-Bravo, Javier, Medina, NG., Curiel-Yuste, J., Heres, AM., Stoian Remus, Ilinca, E., Petritan AM, Petritan IC. DOWNED DEAD WOOD IN TEMPERATE OLD-GROWTH FORESTS: NOT JUST CARBON LEFTOVERS. *INTECOL 2022: Frontiers in ecology: science and society*, Geneva, Evetia, 28.08.2022-2.09.2022. Prezentare orală.
- 2.2. Buezo-Bravo, Javier, Medina, NG., Curiel-Yuste, J., Heres, AM., Stoian Remus, Ilinca, E., Petritan AM, Petritan IC. Downed Dead Wood. A Really Complex Carbon Stock. *10TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOREST AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT*. Prezentare orală.
- 2.3. I.M.Dragomir, G-A.Isaia, M-L.Duduman, I-C. Petrițan.- Study on the Diversity of Beetles Captured in Unbaited Flight Intercept Traps in Codrul Secular Șinca, Brașov County, Romania. Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești pe teme de silvicultură și protecția mediului. Ediția VII, Brașov, România, 3-4 Iunie, 2022.
- 2.4. Patrașcu, A. - Studiu asupra diversității coleopterelor capturate la capcanele Barber din Codrul Secular Șinca. Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești pe teme de silvicultură și protecția mediului. Ediția a VII-a, Brașov, România, 3-4 Iunie 2022.
- 2.5. I.M.Dragomir, G-A.Isaia, M-L.Duduman, I-C. Petrițan., A.Patrașcu. Studiu asupra Coleopterelor din Codrul Secular Șinca, Brașov, România. Simpozionul Național de Entomologie. Ediția XXXI. 7 Mai 2022.
- 2.6. I.M.Dragomir, G-A.Isaia, M-L.Duduman, I-C. Petrițan. Study on the Diversity of Beetles Captured in Unbaited Intercept Traps in Codrul Secular Șinca, Brașov County, Romania. 10th International Symposium Forest and Sustainable Development Brașov, Romania, 14-15 October 2022.

3. Teze de disertație/licență.

- 3.1. Dragomir Ionuț-Marian. Study on the diversity of beetles captured in unbaited intercept traps in Codrul Secular Șinca, Brașov County, Romania. Master program: Multiple purpose forestry. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brasov. Iunie 2022.
- 3.2. Patrașcu Alexandru. Studiu asupra diversității coleopterelor capturate la capcane Barber instalate în Codrul secular Șinca. Bachelor program: Silviculture. Iunie 2022.
- 3.3. Stoian Remus. Influența factorilor abiotici asupra descompunerii lemnului mort într-o pădure virgină de amestec. Teza de disertație. Iunie 2022.

Director proiect,

Ion Cătălin Petrițan

