

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea de Silvicultură și Exploatare forestiere

Gheorghe MIHĂILESCU

Managementul, creşterea și producția duglasului verde
(*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) în făgete din
România

Management, growth and yield of Douglas-fir
(*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in European
beech forests of Romania

REZUMAT

Conducător științific

Prof.dr.ing. Valeriu-Norocel NICOLESCU

BRAȘOV, 2024

Tema tezei de doctorat

Teza de doctorat urmăreşte analiza comportării duglasului verde în unele staţiuni de făgete din Ocolul silvic (O.S.) Călimăneşti, Direcţia silvică (D.S.) Vâlcea, la care se adaugă o staţiune de molidişuri (O.S. Voineasa, D.S. Vâlcea), respectiv de amestecuri (Regia Publică Locală a Pădurilor Săcele-Braşov). Din nevoia de comparare a performanţelor biometrice ale arborilor individuali de duglas verde şi arboretelor cu duglas verde în compoziţie, lucrările din O.S. Călimăneşti nu s-au limitat la rezultatele obţinute în făgete, ci s-au extins atât la altitudini inferioare (400 m), într-un gorunet, cât şi superioare (1.400 m), într-un molidiş.

Domeniile în care se încadrează

Teza de doctorat se încadrează în domeniul Silviculturii (ştiinţelor silvice) şi include componente diverse privind staţiunea forestieră, vegetaţia forestieră naturală, biologia, ecologia, creşterea, producţia şi managementul arboretelor cu duglas verde.

Obiectivele cercetării

Teza de doctorat, pornind de la scopul enunţat prin temă, urmăreşte realizarea a patru obiective.

1. Analiza localizării arboretelor pure şi amestecate cu duglas verde din Ocoalele silvice Călimăneşti şi Voineasa, respectiv din Regia Publică Locală a Pădurilor Săcele.
2. Analiza condiţiilor staţionale şi de vegetaţie în care a fost utilizat duglasul verde în Ocoalele silvice Călimăneşti şi Voineasa, respectiv în Regia Publică Locală a Pădurilor Săcele.
3. Analiza performanţelor biometrice realizate de duglasul verde (arbori individuali şi arborete) în diverse condiţii staţionale şi de vegetaţie.
4. Analiza necesităţii şi justificării tehnico-economice a aplicării elagajului artificial la arbori de duglas verde din arborete tinere.

Structura tezei

Teza de doctorat prezintă următoarea structură:

Introducere: consideraţii generale, scopul şi obiectivele cercetărilor

Capitolul 1. Stadiul actual al cunoştinţelor privind arealul, ecologia, creşterea, producţia şi managementul duglasului verde (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

Capitolul 2. Locul cercetărilor, materialul şi metoda de cercetare

Capitolul 3. Rezultate obţinute şi discuţii

Capitolul 4. Concluzii finale. Contribuţii personale. Diseminarea rezultatelor. Direcţii viitoare de cercetare

Bibliografie

Metodologia de cercetare

1. Lucrări de teren și prelucrări de birou aferente cercetărilor cu caracter biometric

Acestea au fost realizate în șase subparcele aparținând O.S. Călimănești, din cadrul U.P. I Muereasca (u.a. 129E), U.P. III Căciulata (u.a. 25B, 45B și 45C) și U.P. VI Berislăvești (u.a. 41B și 109B), considerate ca reprezentative pentru folosirea duglasului verde în acest ocol silvic.

Pe lângă cele șase arborete din O.S. Călimănești, s-a ales pentru cercetări și u.a. 92G din pădurea Dobrun, parte a fostului U.P. VIII Cataracte din Ocolul silvic Voineasa.

La cele șapte arborete, din două ocoale silvice administrate în cadrul Direcției Vâlcea a Regiei Naționale a Pădurilor-Romsilva, s-a adăugat arboretul din u.a. 87E, U.P. V Tesla, Regia Publică Locală a Pădurilor Săcele.

Pe parcursul lucrărilor de teren, câte două suprafețe de probă (SP) de formă rectangulară și cu mărimea de 300-500 m² au fost instalate în anul 2022 în fiecare arboret cercetat din O.S. Călimănești. În u.a. 92G a fost instalată în același an o suprafață de probă de 800 m². În u.a. 129E (ambele SP) au fost selectați și punctați cu vopsea arborii de viitor pe baza criteriilor *vigoare* (cei mai groși și mai înalți) – *calitate* (fără înfurciri, cancere, alte defecte) – *spațiere/distribuție* (spațiați/distribuiți cât mai uniform posibil).

Lucrările de teren în u.a. 87E s-au desfășurat în luna iunie a anului 2023, materialul de lucru constând în 71 arbori de viitor (20 de duglas verde, 51 de molid), aleși pe baza criteriilor amintite mai sus (*vigoare-calitate-spațiere/distribuție*), însemnați cu vopsea și elagați artificial până la 4,5-5 m înălțime în luna august a anului 2010. Din acești arbori mai existau în iunie 2023 19 exemplare de duglas verde (unul, vătămat puternic de urs, nu a mai fost reinventariat) și 48 de molid (3 exemplare uscate).

În toate suprafețele de probă din cele șapte arborete s-au măsurat diametrele de bază (d) la toți arborii. În u.a. 25B, 41B, 109B și 129E, la toți arborii de duglas verde s-au măsurat câte patru raze ale coroanelor (r_1, \dots, r_4), dispuse la 90° între ele, din care două pe linia de cea mai mare pantă și două pe curba de nivel. La numeroși arbori din diverse specii, cu diametre de bază cât mai variate, s-au măsurat înălțimi totale (h). Instrumentele folosite pentru instalarea SP și realizarea măsurătorilor biometrice au fost: rulete de 5 m, 20 m și 50 m lungime, cu precizia de 5 mm (r_i), clupa Haglof, cu precizia de 1 mm (diametru de bază d), hipsometrul românesc cu pendul, cu precizia de 50 cm (h).

În u.a. 87E, măsurătorile realizate în lunile august 2010 și iunie 2023 s-au limitat – la cei 71 arbori de viitor inițiali, respectiv 66 arbori de viitor rămași în anul 2023 – la diametrele de bază (d) și câte patru raze ale coroanelor (r_1, \dots, r_4), dispuse la 90° între ele, din care două pe linia de cea mai mare pantă și două pe curba de nivel. La măsurători s-au utilizat instrumentele menționate mai sus.

Pe baza datelor de teren s-au calculat diametrul mediu al suprafeței de bază (d_g), înălțimea corespunzătoare diametrului mediu al suprafeței de bază (h_g), precum și diametrul mediu al coroanei ($d_{medcor} = (r_1+r_2+r_3+r_4)/2$). În plus, s-a analizat corelația dintre d și

dmedcor, exprimată pe cale grafică. Valorile lui d au fost utilizate pentru calcularea suprafeţii de bază pe specii şi SP, iar tabelele de cubaj pe specii (Giurgiu et al. 1972, 2004) s-au folosit pentru calcularea volumului arborilor individuali şi arboretelor.

2. Lucrări de teren şi prelucrări de birou aferente intervenţiei cu elagaj artificial

Cercetările au fost realizate în două arborete (u.a. 41B şi 109D) din unitatea de producţie VI Berislăveşti, Ocolul silvic Călimăneşti.

În lunile septembrie şi octombrie 2022, în cele două arborete, după ce au fost selecţionaţi 104 arbori de duglas verde, care s-au echipat cu un număr de ordine, semnul T la înălţimea de 1,30 m şi un inel de vopsea la cea de 2,0 m, s-a intervenit cu lucrări de elagaj artificial asupra acestora, la care au participat câte două echipe separate, de câte doi oameni (un elagator + un cronometrator), în maniera următoare:

a. *u.a. 41B* (71 arbori elagaţi): echipa nr. 1 a elagat 31 de arbori, din care toţi până la 2,0 m înălţime, şi 28 de arbori de la 2,0 m la înălţimi cuprinse între 3,6 şi 4,4 m. Echipa nr. 2 a elagat 40 de arbori, toţi până la înălţimea de 2,0 m.

b. *u.a. 109D* (33 arbori elagaţi): ambele echipe au elagat până la înălţimea de 2,0 m, cu 18 exemplare (echipa nr. 1), respectiv 15 exemplare (cea de a doua echipă).

Elagatorii din echipele nr. 1 din ambele u.a. au fost diferiţi, în timp ce în echipele nr. 2 a activat acelaşi elagator. Elagajul s-a realizat de pe sol, utilizându-se fierăstraie manuale model Silky Gomtaro 270-8, de fabricaţie japoneză, de la 0,0 la 2,0 m înălţime, respectiv un fierăstrău manual cu tijă netelesopică model Wolf Garten, de fabricaţie germană, de la 2,0 m la înălţimea maximă elagată. Diametrul de bază al arborilor a fost măsurat cu o clupă Haglöf Mantax Blue 95 cm, cu precizia de 1 mm.

Rezultate originale

1. Structura, creşterea şi producţia arboretelor cu duglas verde

a. Desimea şi densitatea arboretelor cu duglas verde

În cele 13 suprafeţe de probă, deoarece vârsta arboretelor este variabilă (de la 25 ani la 115 ani; fiecare arboret este echien), şi desimea lor (numărul de arbori la hectar) este variabilă (Tabelul 1).

Tab. 1 Desimea şi densitatea arboretelor în cele 13 suprafeţe de probă

U.P.	u.a.	Vârsta medie, ani	SP nr.	Desimea, nr.arb. ha ⁻¹	Densitatea, m ² ha ⁻¹
I	129E	45	1	640	36,95
			2	460	44,09
III	25B	60	1	360	45,55
			2	520	62,84
III	45B	55	1	1.100	73,69



			2	980	64,19
III	45C	60	1	660	71,77
			2	779	70,14
VI	41B	25	1	2.866	39,56
			2	940	28,15
VI	109B	45	1	867	60,03
			2	783	64,59
VIII	92G	115	1	400	90,70

Aşa cum era de aşteptat, cea mai mare desime ($2.866 \text{ arb ha}^{-1}$) a fost întâlnită în arboretul cel mai tânăr (25 de ani), în timp ce desimea minimă (360 arb ha^{-1}) caracterizează unul din cele mai bătrâne arborete (60 de ani). Această valoare este similară celei (400 arb ha^{-1}) întâlnite în arboretul cel mai bătrân, de 115 ani. Oricum, desimea tuturor acestor arborete este ridicată (spre exemplu, cca. 800 arb. ha^{-1} la 45 de ani; peste $1.000 \text{ arb. ha}^{-1}$ la 55 de ani; cca. 700 arb. ha^{-1} la 60 de ani), indiferent de vârsta și compoziția din fiecare u.a.

Și densitatea ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$) este foarte variabilă, cu valoarea minimă ($28,15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) în arboretul cel mai tânăr (25 de ani), iar cea maximă ($90,70 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) în arboretul cel mai bătrân (115 ani). Ca și în cazul desimii, densitatea este foarte variabilă la toate vârstele, indiferent de compoziția arboretului, și atinge peste $60 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ la 45 de ani și peste $70 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ la 60 de ani.

b. Compoziția arboretelor cu duglas verde

În arboretele echiene cu duglas verde, compoziția este foarte variabilă, cu ponderea acestei specii variind de la 46% la 100% (compoziția pe număr de arbori) și între 69% și 100% (compoziția pe suprafață de bază) (Tabelul 2).

Tab. 2 Compoziția arboretelor cercetate

U.P.	u.a.	SP nr.	Compoziția pe număr de arbori, %	Compoziția pe suprafață de bază, %
I	129E	1	47DU 16GO 37CA	83DU 11GO 6CA
		2	100DU	100DU
III	25B	1	50DU 22PAM 17LA 11FA	69DU 16LA 14PAM 1FA
		2	46DU 19PAM 16LA 19FA	76DU 11PAM 11LA 2FA
III	45B	1	60DU 33 (FA,CA,PAM, ULM,SAC) 7 (TE,CI)	84DU 8(FA,CA,PAM,ULM,SAC) 8(TE,CI)
		2	47DU 37(CA,ME,PAM) 17(TE,FR)	69DU 11(CA,ME,PAM) 20(TE,FR)
III	45C	1	79DU 21(FA,CA,PAM)	91DU 9(FA,CA,PAM)
		2	78DU 22(FA,CA)	94DU 6(FA,CA)
VI	41B	1	94DU 3(MO,BR) 3PAM	92DU 7(MO,BR) 1PAM

		2	100DU	100DU
VI	109B	1	46DU 43FA(+CI,FR)	73DU 27FA(+CI,FR)
		2	56DU 33FA 11(CI,FR)	78DU 8FA 14(CI,FR)
VIII	92G	1	63DU 37MO	71DU 29MO

Răşinoase: DU duglas verde, MO molid, BR brad, LA larice

Foioase: FA fag, GO gorun, CA carpen, PAM paltin de munte, TE tei cu frunză mică, CI cireş pădureţ, FR frasin comun, ULM ulm de munte, SAC salcie căprească

Aşa cum se poate observa, duglasul verde a fost asociat atât cu specii de răşinoase (molid, brad, larice), cât şi de foioase gen fag, gorun, paltin de munte, carpen, tei cu frunza mică, cireş, frasin comun etc. Duglasul verde a fost regenerat doar pe cale artificială (plantat), în amestec intim sau grupat, pentru completarea golurilor neregenerate din arborete instalate pe cale naturală, în special cu dominanţa fagului, sau în mici arborete pure. Dacă toate speciile de răşinoase au fost plantate, cele de foioase s-au regenerat pe cale naturală, din sămânţă. În aproape toate cazurile (cu excepţia SP1 din u.a. 41B), deoarece diametrele duglasului verde (şi, în consecinţă, suprafeţele de bază), cum se prezintă mai jos, au fost mai mari decât ale speciilor asociate, ponderea sa în compoziţia pe suprafaţă de bază este (mult) mai mare decât în cea pe număr de arbori.

c. Performanţe biometrice ale arborilor individuali şi ale arboretelor cu duglas verde

c.1. Diametrul mediu al suprafeţii de bază şi înălţimea corespunzătoare acestuia

Valorile acestor parametri biometrici în cele 13 SP sunt prezentate în Tabelul 3.

Tab. 3 Diametrul mediu al suprafeţii de bază şi înălţimea corespunzătoare acestuia în cele şapte arborete studiate

U.P.	u.a.	Vârsta medie, ani	SP nr.	Diametrul mediu al suprafeţii de bază (d_g), cm	Înălţimea corespunzătoare lui d_g (h_g), m
I	129E	45	1	DU 36,03 ; GO 22,28; CA 11,42	DU 30,84 ; GO 19,30; CA 14,40
			2	34,93	DU 29,58
III	25B	60	1	DU 47,29 ; PAM 33,97; LA 39,22; FA 12,10	DU 32,97 ; LA 30,50; PAM 25,80 FA 12,10
			2	DU 50,38 ; PAM 30,19; LA 33,57; FA 9,77	DU 33,20 ; PAM 24,70; LA 29,20; FA 11,15
III	45B	55	1	DU 34,51 ; (FA,CA,PAM,ULM,SAC) 14,57; (TE,CI) 30,80	DU 30,29 ; (FA,CA,PAM,ULM,SAC) 17,90; (TE,CI) 22,70
			2	DU 34,96 ; (CA,ULM,PAM) 15,79; (TE,FR) 32,13	DU 33,19 ; (CA,ULM,PAM) 18,70; (TE,FR) 23,80
III	45C	60	1	DU 39,88 ; (FA,CA,PAM) 24,87	DU 30,39 ; (FA,CA,PAM) 24,70

			2	DU 37,05 ; (FA,CA) 17,54	DU 30,13 ; (FA,CA) 20,20
VI	41B	25	1	DU 13,16 ; (MO,BR) 19,20; PAM 6,86	DU 13,28 (MO,BR) 16,30 PAM 8,20
			2	DU 19,53	DU 15,04
VI	109B	45	1	DU 37,36 ; FA(+CI,FR) 21,00	DU 28,30 ; FA(+CI,FR) 20,30
			2	DU 38,49 ; FA 15,90; (CI,FR) 35,87	DU 29,10 ; FA 18,80; (CI,FR) 24,30
VIII	92G	115	1	DU 57,39 ; MO 46,98	DU 36,67 ; MO 32,01

Răşinoase: DU duglas verde, MO molid, BR brad, LA larice

Foioase: FA fag, GO gorun, CA carpen, PAM paltin de munte, TE tei cu frunză mică, CI cireş pădureţ, FR frasin comun, ULM ulm de munte, SAC salcie căprească

Duglasul verde a atins valori importante ale lui d_g în toate arboretele: peste 35 cm la 45 de ani, până la 50 cm la 60 de ani și peste 57 cm la 115 ani. Cu excepția SP1 din u.a. 41B, unde d_g al MO și BR sunt puțin mai mari, d_g -ul duglasului verde este (mult) mai mare, în toate SP, decât cel al tuturor speciilor coabitante, răşinoase și foioase.

Legătura dintre diametrul mediu al suprafeței de bază și vârsta medie a arboretului este prezentată în Figura 1, unde se observă conexiunea strânsă între cei doi parametri (coeficientul de corelație $r = 0,92$).

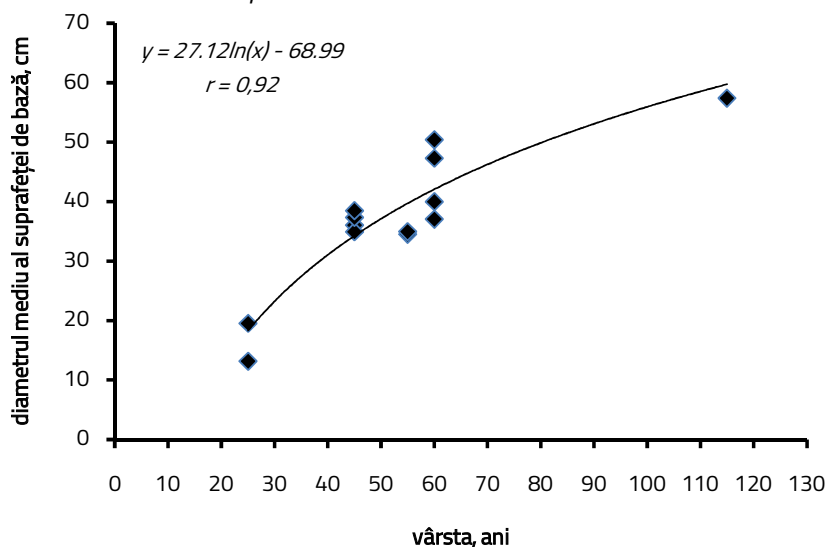


Fig. 1 Variația diametrului mediu al suprafeței de bază al duglasului verde în raport cu vârsta medie în arboretele studiate

În u.a. 87E, unde lucrările au fost concentrate doar pe arborii de viitor și nu s-au derulat în suprafețe de probă, valorile lui d_g la vârsta de 45 de ani, în anul 2023, au fost de 35,94 cm la duglasul verde, respectiv de 32,33 cm la molid. Aceste valori ale lui d_g au crescut de la 25,71 cm la duglasul verde în 2010 (creștere de 10,23 cm - 39,79% -, între 2010 și 2023), comparativ cu 24,54 cm la molid (creștere de 7,79 cm, respectiv 31,74%, între aceiași ani).

Aceleaşi concluzii, referitoare la d_g în arborele studiate, sunt valabile şi în cazul lui h_g al duglasului verde, cu valori de 28-30 m la 45 de ani, 30-33 m la 60 de ani şi peste 36 m la 115 ani (Figura 2).

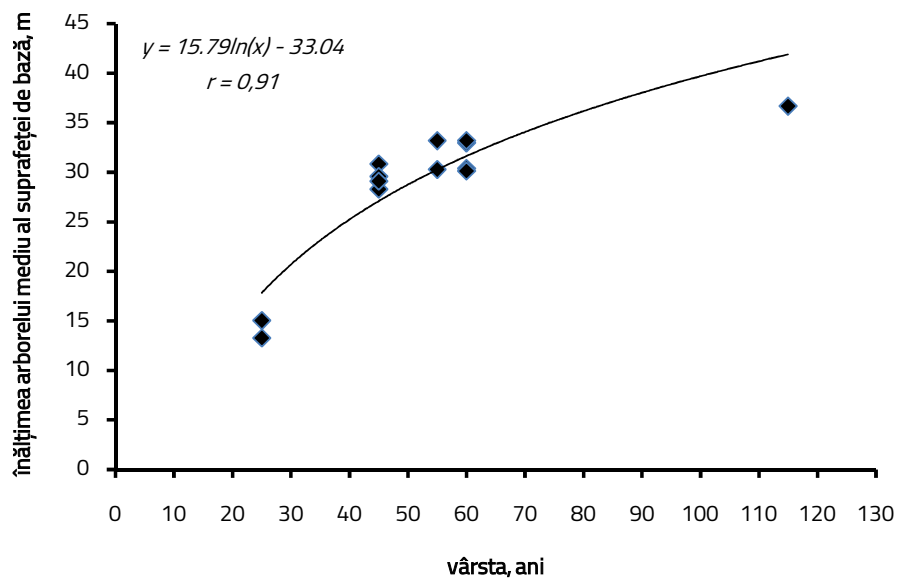


Fig. 2 Variația înălțimii arborelui mediu al suprafeței de bază la specia duglas verde în raport cu vârsta în arborele studiate

În toate SP, cu aceeași excepție (SP1 din u.a. 41B), duglasul verde este mult mai înalt decât celelalte specii, rășinoase și foioase, cu care este asociat. Trei arborete, datorită diferențelor relevante în înălțime dintre duglasul verde și speciile amestecate cu acesta, sunt bietajate (neregulate în plan vertical), cu duglasul verde formând etajul superior iar speciile de amestec, majoritar foioase (FA, CA, PAM), etajul inferior.

Exprimarea grafică comună a valorilor lui d_g și h_g indică legătura strânsă între acești parametric biometrici, cu un coeficient de corelație $r = 0,95$ (Figura 3).

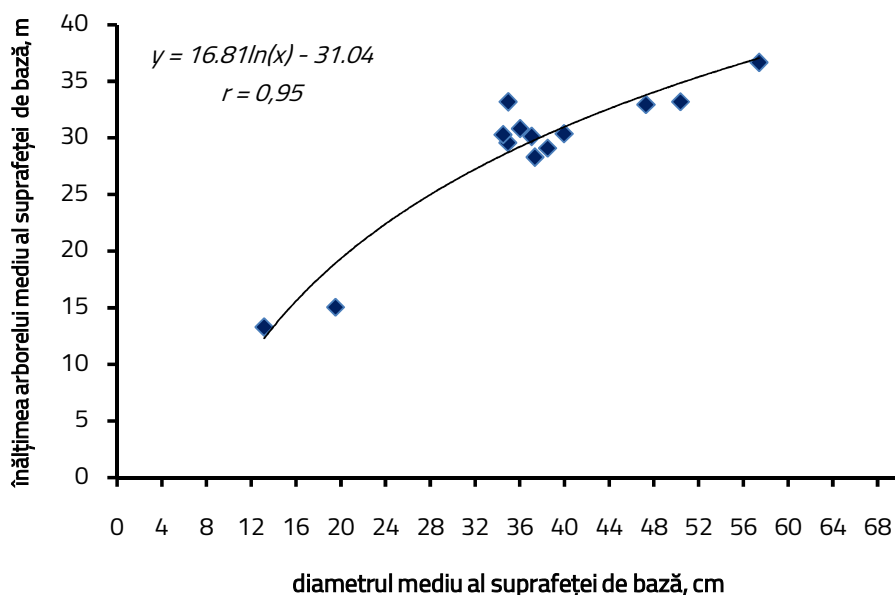


Fig. 3 Variația caracteristicilor biometrice ale arborelui mediu al suprafeței de bază la arborii de duglas verde în arboretele studiate

c.2. Diametrele de bază minime și maxime ale diferitelor specii

Aceste valori, în cele șapte arborete cercetate, sunt prezentate în Tabelul 4.

Tab. 4 Diametrele de bază minime și maxime ale diferitelor specii din cele șapte arborete cercetate

U.P.	u.a.	Vârsta medie, ani	SP nr.	Diametru minim, cm		Diametru maxim, cm	
				DU	Alte specii	DU	Alte specii
I	129E	45	1	23,1	GO 9,8; CA 7,3	47,7	GO 27,5; CA 16,3
				2	22,7	-	46,5
III	25B	60	1	36,0	LA 33,8; PAM 24,4	61,8	LA 41,9; PAM 38,0
				2	37,3	LA 23,2; PAM 22,9	60,7
III	45B	55	1	14,2	(FA,CA,PAM,ULM,SA) 8,1; (TE,CI) 10,8	69,4	(FA,CA,PAM,ULM,SAC) 24,2; (TE,CI) 40,4
				2	10,8	(CA,ULM,PAM) 6,9; (TE,FR) 26,0	62,2
III	45C	60	1	21,4	(FA,CA,PAM) 10,3	60,0	(FA,CA,PAM) 38,3
				2	12,3	(FA,CA) 6,9	62,1
VI	41B	25	1	5,1	PAM 5,0; (MO,BR) 11,3	29,3	PAM 8,8; (MO,BR) 24,9
				2	13,9	-	25,7
VI	109B	45	1	23,3	FA(+CI,FR) 8,5	55,8	FA(+CI,FR) 33,9
				2	16,5	FA 13,0; (CI,FR) 32,3	66,8



VIII	92G	115	1	20,2	MO 17,9	83,2	MO 54,0
V	87E	45	-	24,3	MO 20,8	46,0	MO 43,0

Răşinoase: DU duglas verde, MO molid, BR brad, LA larice

Foioase: FA fag, GO gorun, CA carpen, PAM paltin de munte, TE tei cu frunză mică, CI cireş pădureţ, FR frasin comun, ULM ulm de munte, SAC salcie căprească

Ca şi în cazul diametrului mediu al suprafeţei de bază, arborii de duglas verde sunt mai groşi (cu excepţia de mai sus) decât speciile însoţitoare – răşinoase şi foioase –, referitor la diametrele minime şi maxime. Deşi toate arboretele sunt echiene, diferenţele dintre aceste valori de diametre sunt foarte relevante şi ating 20, chiar 30 cm, în cazul diametrelor maxime.

Arborii individuali de duglas verde au atins diametre importante (peste 46 cm la 45 de ani – peste 60 cm la 60 de ani), cel mai gros exemplar prezentând un diametru de bază de peste 83 cm.

Faptul că arboretele sunt echiene este confirmat de valorile coeficienţilor de variaţie a diametrelor în cazul arborilor de duglas verde: în cvasi-totalitatea SP (cu excepţia u.a. 45B, ambele SP), acest parametru variază de la 30 la 45%, valori specifice arboretelor regulate/echiene (Giurgiu 1969).

c.3. Volumul pe picior, creşterea medie anuală şi volumul arborelui mediu

În toate arboretele şi SP, *volumul pe picior* atinge valori ridicate, de la peste 200 m³ ha⁻¹ la 25 de ani la peste 1.160 m³ ha⁻¹ la 115 ani (Tabelul 5).

Tab. 5 Volumul pe picior şi creşterea medie anuală în arboretele cercetate

U.P.	u.a.	Vârsta medie, ani	SP nr.	Volumul pe picior, m ³ ha ⁻¹	Creşterea medie anuală, m ³ an ⁻¹ ha ⁻¹
I	129E	45	1	462,8	10,28
			2	566,0	12,58
III	25B	60	1	588,2	9,80
			2	772,3	12,87
III	45B	55	1	913,3	16,61
			2	832,0	15,13
III	45C	60	1	847,1	14,12
			2	869,7	14,50
VI	41B	25	1	283,0	11,32
			2	206,5	8,26
VI	109B	45	1	644,5	14,32
			2	703,5	15,63
VIII	92G	115	1	1167,1	10,15

Volumul pe picior de peste $550 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ au fost atinse la vârsta de 45 de ani, în timp ce volume de peste $800 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ la 55-60 de ani există în cinci din şase SP.

În aceste condiții, *creșterea medie anuală* la diferite vârste este ridicată și variază între $8,26 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ and $16,61 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ (Tabelul 5). Oricum, în 11 din 13 SP, această creștere depășește $10 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, valori de 13-15 $\text{m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ fiind cele mai frecvente.

Volumul arborelui mediu al suprafeței de bază s-a determinat utilizând valorile lui d_g și h_g prezentate anterior în Tabelul 3, precum și tabelele de cubaj pentru duglasul verde, existente în Giurgiu et al. (2004). În consecință, s-a construit graficul care corelează vârsta medie a duglasului verde cu volumul arborelui mediu al suprafeței de bază în cele 13 suprafețe de probă (Figura 4).

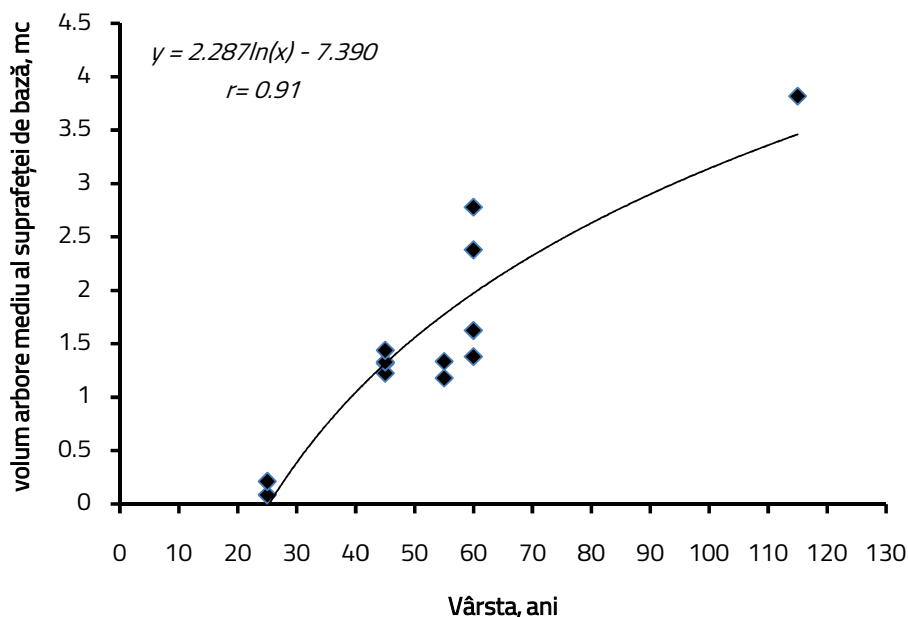
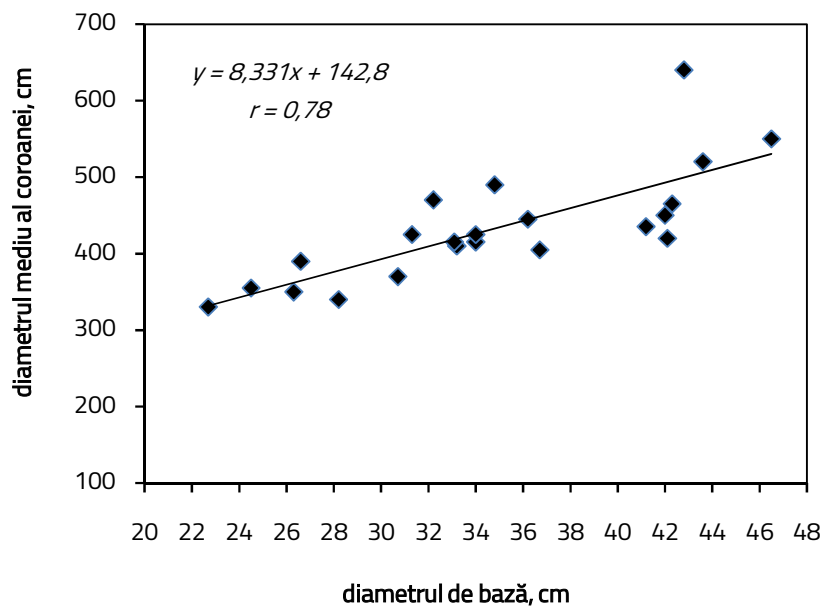


Fig. 4 Variația volumului arborelui mediu al suprafeței de bază la arborii de duglas verde din arboretele studiate

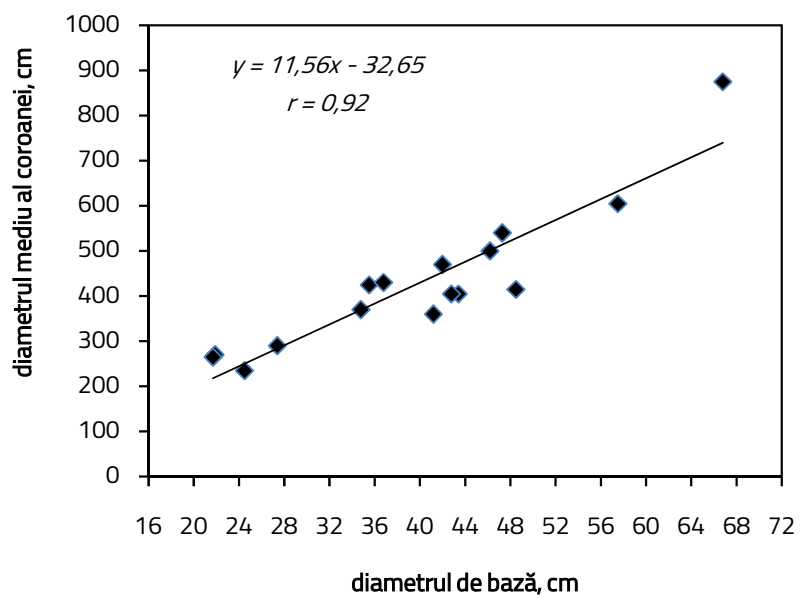
Din grafic se constată legătura strânsă între vârsta arboretelor studiate și volumul arborelui mediu al suprafeței de bază, cu un coeficient de corelație $r = 0,91$. Graficul indică și influența deosebită a desimii și densității arboretului asupra volumului arborelui mediu: în u.a. 25B, unde desimea și densitatea arboretului sunt mult mai reduse decât în u.a. 45C la aceeași vârstă (60 de ani), volumul arborelui mediu este mult mai mare, cu până la 50%. Punctele de deasupra dreptei de corelație indică valorile volumului arborelui mediu al suprafeței de bază în u.a. 25B, iar cele de dedesubtul acesteia pentru u.a. 45C.

c.4. Legătura dintre diametrul de bază și diametrul mediu al coroanei

La arborii de duglas verde din SP, diametrul de bază și diametrul mediu al coroanei prezintă o legătură strânsă, cu un coeficient de corelație (r) care variază între peste 0,75 și peste 0,90, așa cum se observă în Figurile 5a, 5b și 5c.



(a)



(b)

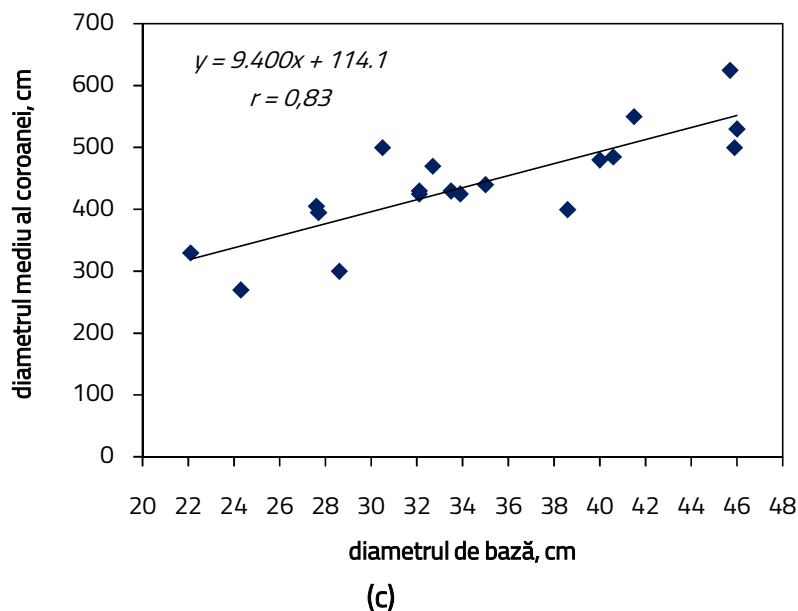


Fig. 5 Corelația dintre diametrul de bază și diametrul mediu al coroanei la arborii individuali de duglas verde din u.a. 129E, SP2 (a), 109E, SP2 (b) și 87B (c)

Legătura strânsă dintre cei doi parametri este utilizată în „silvicultura pe arbore” a duglasului verde: arborii de viitor sunt aleși la începutul fazei de păriș (diametrul mediu 12-15 cm) printre cele mai groase exemplare, cu coroane mari și simetrice, iar răriturile următoare au caracter combinat (dar predominant de sus), în jurul acestor arbori viguroși (în plus, de cea mai bună calitate și spațiați cât mai uniform posibil).

c.5. Corelația dintre diametrul inițial și creșterea în diametru la arborii de viitor din u.a. 87E

Măsurătorile realizate asupra diametrelor de bază ale arborilor de viitor de duglas verde, respectiv de molid, în anii 2010 și 2023, au relevat două situații diferite în cazul celor două specii:

1. La duglasul verde, legătura corelativă între diametrul inițial (în 2010) și creșterea sa între 2010 și 2023 este relativ strânsă (coeficientul de corelație $r = 0,51$ – Figura 6), cu o împrăștiere a valorilor relative concentrată.

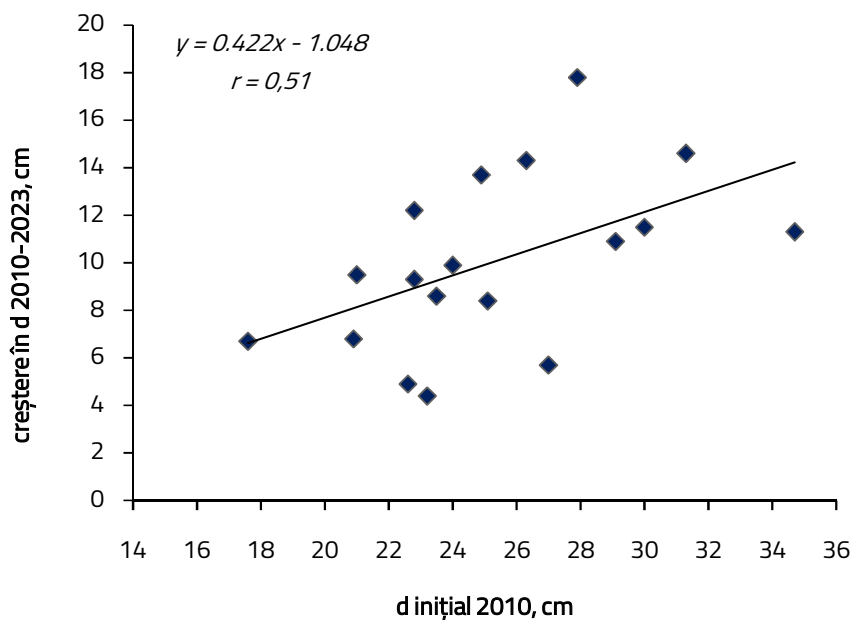


Fig. 6 Corelația dintre diametrul inițial (2010) și creșterea în diametru între 2010 și 2023 la arborii de viitor de douglas verde din u.a. 87B

2. La molid, aceasta este mult mai puțin evidentă ($r = 0,26$), iar împrăștierea valorilor mult mai amplă (Figura 7).

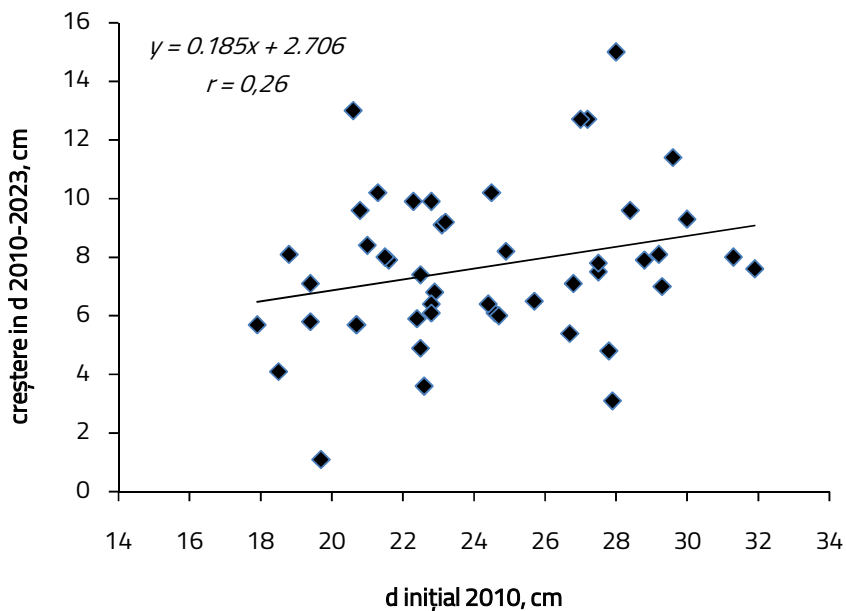


Fig. 7 Corelația dintre diametrul inițial în 2010 și creșterea sa între 2010 și 2023 la arborii de viitor de molid din u.a. 87B

d. Elagajul natural al duglasului verde

În toate SP și arboretele studiate, elagajul natural al arborilor de duglas verde, indiferent de vârsta, desimea, densitatea sau compoziția arboretelor, a fost imperfect, deoarece ramurile sale sunt persistente, iar lepădarea lor este foarte lentă. În aceste condiții, elagajul lor artificial este o obligație, dacă se urmărește producerea de lemn fără noduri, pentru utilizări superioare.

În acest context, este de menționat faptul că, deși resursa de lemn de duglas verde pe piața locală este redusă, totuși lemnul acestuia, din arbori neelagați natural sau artificial și recoltat predominant din arboretele de vârste mijlocii prin lucrări de rărituri, este folosit pe plan local pentru acoperișuri/învelitori, dușumele, lambriuri, piese de mobilier mic.

e. Diverse

Ca o completare la aspectele prezentate mai sus trebuie menționate două aspecte importante în legătură cu duglasul verde în Ocolul silvic Călimănești:

- specia a arătat o rezistență ridicată la boli și dăunători și nu a fost vătămat de zăpadă sau vânt, indiferent de localizarea, vârsta sau compoziția arboretelor.

- în suprafețele deschise adiacente arboretelor cu duglas verde, ca și sub coronamente rare, specia a fost capabilă să se regenereze natural din sămânță.

Oricum, duglasul verde nu se comportă în condițiile arboretelor studiate sau în proximitatea acestora ca o specie invazivă, ci aflată într-o competiție normală cu speciile autohtone de foioase și rășinoase alături de care a fost cultivată. Acest fapt confirmă concluziile specialiștilor europeni citați în cuprinsul tezei de doctorat, la paragraful 1.2.4. *Potențialul de regenerare naturală din sămânță.*

f. Discuții privind structura, creșterea și producția arboretelor cu duglas verde

Toate arboretele cercetate au prezentat desimi și densități ridicate datorită (i) desimii inițiale mari a plantațiilor cu duglas verde și (ii) intensității relativ scăzute a operațiilor culturale (curățiri și rărituri), impuse prin normele tehnice românești de multă vreme. Referitor la primul aspect, aceasta a fost (MS 1987) și încă este (MMA 2022a), de 4.400 puiți ha⁻¹ (1,5 x 1,5 m), când duglasul verde se plantează pe terenuri goale, și de 2.500 puiți ha⁻¹ (2,0 x 2,0 m), când specia se utilizează pentru completarea golurilor din regenerările naturale. Astfel de desimi inițiale ridicate nu sunt foarte mult reduse prin aplicarea curățirilor (moderate, cu intensitatea de maximum 15% din suprafața de bază și reducând consistența la minimum 0,8) și rărituri (MMA 2022b). În cazul răriturilor, intensitatea pe volum a intervențiilor combinate este, de asemenea, moderată: 16% la vârsta de 21-30 de ani, respectiv 12% la vârsta de 31-40 de ani. Răriturile urmăresc reducerea desimii arboretelor la 500-550 arbori de viitor ha⁻¹, în stațiuni de bonitate superioară, și de 550-700 arbori de viitor ha⁻¹ în cele de bonitate mijlocie, la vârsta de 50 de ani (MMA 2022b).

Compoziția arboretelor cu duglas verde din Ocolul silvic Călimănești este foarte diversă, incluzând multe specii de rășinoase și foioase, așa cum s-a recomandat în trecut și în prezent de către Normele tehnice (MS 1987, MAPPM 2000a) și Ghidurile de bune practici (MMA2022a). Această situație este similară cu cea din alte țări europene, unde specia este amestecată cu fagul (Cehia, Franța, Germania, Elveția), molidul (Bulgaria, Cehia, Germania, Slovenia), bradul (Cehia, Franța, Slovenia), laricele (Bulgaria, Marea Britanie) (Čokl 1965, Petkova 1989, Alexandrov et al. 2000, MAPPM 2000a, Horgan et al. 2003, Wilson and Cameron 2015, Petkova et al. 2017, Keane et al. 2018, Novák et al. 2018, COFORD 2020, Nicolescu et al. 2021, Royal Forestry Society 2021). O situație interesantă întâlnită în Ocolul silvic Călimănești este utilizarea duglasului verde în amestecuri cu gorunul și carpenul, în etajul de vegetație al gorunetelor. Utilizarea duglasului verde în arborete amestecate de foioase cu dominanța gorunului nu a fost niciodată recomandată de către Normele tehnice și Ghidurile de bune practici (MS 1987, MAPPM 2000a, MMA 2022a), însă acest gen de arborete a realizat producții și creșteri relativ ridicate.

În toate arboretele cercetate, duglasul verde a demonstrat creșteri în diametru și înălțime importante la toate vârstele, fiind, în cvasitotalitatea cazurilor, specia cu arborii cei mai groși și mai înalți comparativ cu speciile amestecate. Acest potențial de creștere a condus la volume ridicate, gen $600-700 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ la 45 de ani, similar cu arboretele de duglas verde de aceeași vârstă din Slovenia (Smolnikar et al. 2021) sau Italia (La Marca et al. 2016), dar mai mici decât cele atinse în Cehia la vârsta de 100 de ani ($750 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ – Remeš și Zeidler 2014). Volumul pe picior maxim (peste $1.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, la 115 ani) din u.a. 92G s-a atins și în Slovenia ($1.154 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ - Čokl 1965) și Bulgaria ($1.166 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ - Popov 2006, 2009), însă în arborete mai tinere, de (60) 70-80 de ani.

Creșterea medie în volum confirmă potențialul productiv ridicat al speciei, similar cu cea atinsă în arboretele de duglas verde din Slovenia ($7.8-15.9 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ - Čokl 1965), Croația ($8.3-18.5 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ – Klepac 1962), Franța ($14.8 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ - Kohnle et al. 2019) sau Italia ($15 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ – La Marca et al. 2016).

În fine, volumul arborelui mediu al suprafeței de bază, cu valori crescătoare pe măsura creșterii vârstei arboretelor, poate atinge valori importante, de peste $2 \text{ m}^3/\text{fir}$ la 60 de ani, respectiv aproximativ $4 \text{ m}^3/\text{fir}$ la 115 ani. Valorile acestuia în arborete de aceeași vârstă, însă cu desimi și densități foarte diferite, confirmă influența foarte puternică a acestor doi parametri asupra performanțelor biometrice ale arboretelor: cu cât desimea și densitatea sunt mai mari, cu atât diametrul de bază al suprafeței de bază, respectiv volumul arborelui mediu al suprafeței de bază, sunt mai mici.

2. Elagajul artificial al duglasului verde

Elagajul artificial al arborilor de duglas verde s-a aplicat cu respectarea recomandărilor cunoscute: tăietura netedă, la exteriorul umflăturii de la baza crăcilor, perpendicular pe acestea, fără lăsarea de ciot.

Cei 104 arbori elagați au prezentat diametre de bază foarte diferite, cu o variație de la 9,1 cm la 25,7 cm în u.a. 41B, respectiv de la 10,2 cm la 31,2 cm în u.a. 109D. Doar 22 exemplare de elagat (21,15%) au avut diametre de bază de maximum 15 cm.

Elagajul aplicat prezintă următoarele caracteristici referitoare la durata sa, în corelație cu tipul și înălțimea elagată:

a. Elagaj de acces, până la 2,0 m înălțime

Acesta a prezentat o durată medie pe arbore de la 1'31" (echipa nr. 2, în ambele subparcele) la 2'10" (echipa nr. 1, în u.a. 109D) (Tabelul 6).

Tab. 6 Principalele caracteristici ale lucrării de elagaj artificial până la 2,0 m înălțime

u.a. nr.	Echipa nr.	Diametrul mediu aritmetic al arborilor elagați, cm	Coeficientul de variație a diametrului arborilor elagați, %	Durata medie a elagajului până la 2,0 înălțime, min' și sec"			Coeficientul de variație a duratei elagajului, %	Durata elagajului pe metru, min' și sec"
				Medie	Minimă	Maximă		
41B	1	18,06 (9,1...19,3)	22,44	1'49"	0'51"	2'58"	29,68	0'55"
	2	18,88 (13,2-25,7)	16,44	1'31"	0'45"	2'31"	24,41	0'46"
109D	1	16,21 (10,2-31,2)	19,32	2'10"	1'16"	3'10"	26,33	1'5"
	2	16,19 (10,2-21,2)	20,97	1'31"	1'3"	2'7"	20,19	0'46"

Durata minimă a elagajului artificial pe arbore a fost puțin variabilă între cele patru echipe (de 31", de la 0'45" pentru echipa nr. 2 din u.a. 41B la 1'16" pentru echipa nr. 1 din u.a. 109D), în timp ce variația duratei maxime a elagajului a fost mult mai amplă, de 1'3" (2'7" la echipa nr. 2 din u.a. 109D, respectiv 3'10" în cazul echipei nr. 1 din aceeași u.a.).

O amplitudine relativ ridicată, de aproape 10% (de la 20,19% la 29,68%), se constată și în cazul coeficientului de variație a duratei elagajului, cu o variație similară în cazul ambelor echipe notate cu 1, respectiv 2, în cele două u.a.

Pe metru de tulpină elagată, durata elagajului artificial variază de la 0'46" (echipa nr. 2 din ambele u.a.) și 1'5" (echipa nr. 1 în u.a. 109D).

b. Elagaj propriu-zis, până la înălțimi de peste 2,0 m

Din cei 28 de arbori de duglas verde, elagați pe o înălțime între 3,6 m și 4,4 m, pe 21 (75%) au fost îndepărtate crăcile uscate și verzi pe minimum 4,0 m.

Durata medie a elagajului artificial de la 2,0 m înălțime la cea amintită mai sus a fost de 2'46", cu o variație de la 1'16" la 4'13" (coeficientul de variație a consumului de timp de 26,58%).

Consumul mediu de timp pe metru elagat de la înălţimea de 2,0 în sus pe tulpină a fost de 1'36", cu o variaţie de la 1'22" la 2'3" (coeficient de variaţie a duratei elagajului de 9,69%).

În fine, coroborând datele de la elagajul de acces (înălţimea elagată 0,0-2,0 m) cu cele de la elagajul propriu-zis (înălţimea elagată peste 2,0 m, ajungând la maximum 4,4 m), a rezultat o durată medie a elagajului de 4'38" (variaţie 2'31"-6'33").

Pe metru liniar de trunchi, consumul mediu de timp al lucrării de elagaj artificial de la înălţimea de 0,0 m la cea maximă de 4,4 m, în cazul celor 28 de arbori elagaţi, a fost de 1'9" (variaţie 0'39"-1'35", coeficient de variaţie a duratei elagajului de 23,35%).

Discuţii privind elagajul artificial al duglasului verde

Elagajul artificial al duglasului verde este, din punct de vedere tehnic, o operaţie facilă, cu o durată medie pe metru elagat de maximum 1 minut până la înălţimea de 2,0 m şi de cca 1,5 minute la înălţimi superioare lui 2,0 m.

Cum durata medie pe metru elagat la înălţimea maximă de lucru de 4,4 m a fost de 1'9", iar consumul mediu de timp pe metru elagat la înălţimi superioare celei maxime măsurate (4,4 m) va avea valori specifice înălţimilor de peste 2,0 m, rezultă că acesta va atinge valori de minimum 7'30"-8' la elagajul până la 6 m înălţime.

Duratele medii ale elagajului artificial al duglasului verde pe tronsoane elagate, rezultate din cercetările menţionate, sunt similare celor menţionate în literatura de profil pentru această specie, ca şi pentru molid, în Germania: 3-5' (de la 0 la 3 m înălţime), respectiv 5-7' (de la 3 la 6 m), când se aplică în două intervenţii. Dacă elagajul presupune o singură intervenţie de la 0 la 6 m înălţime, consumul de timp pe arbore este de 5-9' (Burschel şi Huss 1997).

Din păcate, în România nu există norme de timp şi de producţie pentru elagajul artificial al duglasului verde, ci doar pentru molid, pini şi plop euramerican.

În cazul molidului, cu care am asimilat duglasul verde, *Normele de timp şi producţie unificate pentru lucrări din silvicultură* (Anonymous 2014) includ o norma de timp (100 arbori 8 ore⁻¹), la elagajul crăcilor uscate de pe sol, de 1,25 (pe 2,00 m), respectiv de 0,63 (pe 4,00 m). Normele similare din 1997 (MAPPM/RNP 1997) au inclus şi elagajul crăcilor uscate de molid de pe sol până la 6,00 m, cu o normă de timp de 0,39. Această ultimă valoare este consonantă cu datele din literatura franceză de profil, pentru care randamentul elagajului artificial la duglasul verde, până la înălţimea de cca 6 m, este de 30-50 arbori om⁻¹ zi⁻¹ (CRPF 2015a), respectiv de 40-60 arbori om⁻¹ zi⁻¹ (CRPF 2002).

În cazul molidului, după aceleaşi norme de timp şi producţie din anul 2014, formaţia de lucru la elagajul artificial este formată dintr-un muncitor calificat (silvicultor), plătit cu grila de încadrare a 4-a, ceea ce înseamnă, pentru Regia Naţională a Pădurilor-Romsilva, un tarif de 19,00 lei oră⁻¹ în anul curent (RNP-Romsilva 2022). Aceasta conduce la un salariu brut al elagatorului de 152 lei zi⁻¹, respectiv la un cost al elagajului de 1,216 lei arbore⁻¹, la elagajul până la 2 m înălţime, şi de 2,413 lei arbore⁻¹, pentru cel până la 4 m înălţime. Costul elagajului artificial urcă până la 3,897 lei arbore⁻¹ la elagajul până la 6 m. Valorile de cost menţionate, la

un curs de schimb de 4,9297 lei euro⁻¹ în 2 decembrie 2022, sunt de 0,25 euro arbore⁻¹ (elagaj până la 2,0 m), 0,49 euro arbore⁻¹ (elagaj până la 4,0 m), respectiv de 0,79 euro arbore⁻¹ (elagaj până la 6,0 m), sensibil mai mici decât cele menţionate pentru elagajul artificial al duglasului verde în Franţa: 0,80-1,10 euro arbore⁻¹ (până la 2 m înălţime), respectiv 3,40-5,00 euro arbore⁻¹ (de la 0 la 6 m) (CNPFP 2017).

În situaţia elagării a 360 arbori ha⁻¹, număr maxim propus de Liubimirescu (1973), unul dintre cei mai avizaţi specialişti români în silvicultura duglasului verde, costul total la hectar al lucrării până la înălţimea de 6 m ar fi de aproximativ 1400 lei (284 euro), care considerăm că se justifică în totalitate dacă se urmăreşte obţinerea lemnului de calitate şi cu utilizări superioare.

Din păcate, elagajul artificial se aplică pe o scară redusă în pădurile europene, deoarece suferă de ceea ce economişti numesc „dilema prizonierului” (Price 1989):

- se produce puţin lemn elagat de calitate deoarece cumpărătorii nu oferă vreun premium/nu plătesc suplimentar pentru calitatea superioară;
- cumpărătorii nu oferă premium deoarece un volum insuficient/redus de lemn elagat este pus pe piaţă.

Aşa este şi cazul ţării noastre, unde elagajul artificial, aplicat în perioada pre-1989, preponderent în molidişuri şi pinete, pe suprafeţe de ordinul zecilor de mii de hectare (Nicolescu 2016), este utilizat în prezent pe suprafeţe mult reduse, de ordinul miilor de hectare (2021: 1.585 ha, în arborete tinere din fondul forestier proprietate a statului, administrat de Regia Naţională a Pădurilor-Romsilva, cu un program la nivel naţional de doar 1.100 ha în anul curent) (www.rosilva.ro/articole/lucrarile_de_ingrijire_a_arboretelor_tinere_p_172.htm).

Concluzii

Din analiza aspectelor prezentate în cuprinsul lucrării rezultă câteva concluzii importante:

a. Favorabilitatea condiţiilor staţionale şi de vegetaţie din zonele studiate pentru cultura duglasului verde

În general, în arboretele luate în studiu, duglasul verde beneficiază de condiţii de favorabilitate cel puţin mijlocii pentru cultura sa, deoarece:

- toate arboretele, cu excepţia u.a. 129E (altitudine 400 m, climat de dealuri specific gorunetelor) şi u.a. 92G (altitudine 1400, climat montan de molidişuri), sunt situate la altitudini specifice dealurilor înalte şi munţilor inferiori (de la 500 la 850 m), deci favorabile culturii duglasului verde.
- climatul zonelor de cultură este favorabil speciei, sub aspectul temperaturii medii anuale, al precipitaţiilor medii anuale, al vânturilor, al aridităţii, al provinciei climatice. Excepţie (un grad de favorabilitate mai redus) prezintă aceleaşi arborete din u.a. 129E şi 92G, unde climatele sunt mai calde (u.a. 129E), respectiv mai reci (u.a. 92G), însă cu precipitaţii medii anuale de

cel puțin 700 mm, decât în stațiunile cu favorabilitate cel puțin medie pentru cultura duglasului verde.

- solul întâlnit în cvasitotalitatea arboretelor este eutricambosolul tipic, de fertilitate ridicată pentru diverse formații forestiere naturale, de la gorunete, făgete, goruneto-făgete, șleauri de deal până la amestecuri de fag și rășinoase – este și cazul duglasului verde. Doar în u.a. 92G, solul existent (podzol tipic, puternic acid) prezintă doar o fertilitate mijlocie pentru duglasul verde.

- cu excepția u.a. 129E (stațiune de gorunete) și u.a. 92G (stațiune de molidișuri), în toate arboretele studiate stațiunile întâlnite sunt de făgete de dealuri sau montan-premontane, cu bonitate mijlocie sau superioară, deci favorabile culturii duglasului verde.

- din punctul de vedere al tipologiei vegetației naturale, culturile cu duglas verde studiate sunt instalate în făgete de dealuri și montane, de productivitate superioară și mijlocie. Excepțiile sunt aceleași: u.a. 129E [vegetația naturală Gorunet de coastă cu graminee (m)], respectiv 92G [Molidiș cu *Vaccinium myrtillus* (m)].

b. Compoziția, structura, creșterea și producția arboretelor cu duglas verde

- compoziția arboretelor cu duglas verde din Ocolul silvic Călimănești este foarte diversă, incluzând multe specii de rășinoase și foioase. Această situație este similară cu cea din alte țări europene, unde specia este amestecată cu fagul, molidul, bradul, laricele. O situație interesantă întâlnită în Ocolul silvic Călimănești este utilizarea duglasului verde în amestecuri cu gorunul și carpenul, în etajul de vegetație al gorunetelor. În cele două arborete studiate la Ocolul silvic Voineasa, respectiv la Regia Publică Locală a Pădurilor Săcele, asocierea duglasului verde cu molidul a dus la rezultate biometrice spectaculoase, specia nord-americană fiind superioară molidului la nivelul diametrelor realizate.

- toate arboretele cercetate au prezentat desimi și densități ridicate datorită (i) desimii inițiale mari a plantațiilor cu duglas verde și (ii) intensității relativ scăzute a operațiunilor culturale (curățiri și rărituri), impuse prin normele tehnice românești de multă vreme.

- în toate arboretele cercetate, duglasul verde a demonstrat creșteri în diametru și înălțime importante la toate vârstele, fiind, în cvasitotalitatea cazurilor, specia cu arborii cei mai groși și mai înalți comparativ cu speciile amestecate. Acest potențial de creștere a condus la volume pe picior ridicate, gen 600–700 m³ ha⁻¹ la 45 de ani, similar cu arboretele de duglas verde de aceeași vârstă din Slovenia sau Italia, dar mai mici decât cele atinse în Cehia la vârsta de 100 de ani (750 m³ ha⁻¹). Volumul pe picior maxim (peste 1.000 m³ ha⁻¹, la 115 ani) din u.a. 92G s-a atins și în Slovenia și Bulgaria, însă în arborete mai tinere, de (60) 70–80 de ani. Creșterea medie în volum confirmă potențialul productiv ridicat al speciei, similar cu cea atinsă în arboretele de duglas verde din Slovenia, Croația, Franța sau Italia.

c. Elagajul artificial al duglasului verde

- elagajul artificial al duglasului verde este, din punct de vedere tehnic, o operație facilă, cu o durată medie pe metru elagat de maximum 1 minut până la înălțimea de 2,0 m și de cca 1,5 minute la înălțimi superioare lui 2,0 m.

- duratele medii ale elagajului artificial al duglasului verde pe tronsoane elagate, rezultate din cercetările menţionate, sunt similare celor menţionate în literatura de profil pentru această specie, ca şi pentru molid, în Germania: 3-5' (de la 0 la 3 m înălţime), respectiv 5-7' (de la 3 la 6 m), când se aplică în două intervenţii. Dacă elagajul presupune o singură intervenţie de la 0 la 6 m înălţime, consumul de timp pe arbore este de 5-9'.

- în situaţia elagării a 360 arbori ha⁻¹, costul total la hectar al lucrării până la înălţimea de 6 m este de aproximativ 1400 lei (284 euro), care se justifică în totalitate dacă se urmăreşte obţinerea lemnului de duglas verde de calitate şi cu utilizări superioare.

În concluzie, în condiţiile Ocoalelor silvice Călimăneşti şi Voineasa, respectiv ale Regiei Publice Locale a Pădurilor Săcele, introducerea şi utilizarea duglasului verde în condiţii staţionale diverse şi în arborete incluzând specii autohtone de răşinoase şi foioase s-a dovedit un succes, o opţiune valoroasă şi de perspectivă în condiţii similare din ţara noastră.

Contribuţii la domeniul ştiinţific

Principalele contribuţii personale în domeniul ştiinţific ale autorului lucrării au constat din:

- identificarea tuturor arboretelor de duglas verde de pe raza ocoalelor silvice Călimăneşti şi Voineasa şi analiza datelor din amenajamentele silvice pentru a stabili dacă îndeplinesc condiţiile minime necesare pentru realizarea obiectivelor propuse prin teza de doctorat.

- participarea activă, prin măsurarea diametrelor de bază, a înălţimilor totale, a razelor coroanei, precum şi prin elagarea arborilor de duglas verde, la culegerea datelor de teren necesare pentru întocmirea celor două rapoarte de cercetare, pentru pregătirea şi publicarea celor trei articole ştiinţifice, cât şi pentru elaborarea tezei de doctorat.

- prelucrarea şi analiza riguroasă a datelor de teren, sinteza acestora şi, prin alăturarea de informaţii bibliografice şi preluate din amenajamentele silvice, întocmirea tezei de doctorat.

Relevanţa tezei de doctorat

Teza de doctorat prezintă o relevanţă ştiinţifică importantă, prin contribuţiile la problematica creşterii şi producţiei duglasului verde în arborete din formaţia forestieră a făgetelor, precum şi la modul de aplicare a lucrărilor de elagaj artificial la arborii tineri de duglas verde.

În acest context, ţinând cont de importanţa în creştere a duglasului verde pe plan european în condiţiile schimbărilor climatice anticipate, deschiderea ştiinţifică realizată prin teza de doctorat ar putea să se continue prin lucrări de cercetare viitoare, care să se preocupe de:

- identificarea tuturor arboretelor de duglas verde înfiinţate în România şi studierea lor cel puţin sub aspect ecologic şi productiv;



- identificarea arboretelor de duglas verde din România și cartarea+cercetarea celor care indeplinesc condițiile pentru a fi declarate arborete surse de semințe certificate, din care urmează să se recolteze semințe;
- instalarea de culturi cu duglas verde la distanțe și scheme de cultură mai rare decât cele actuale, în scopul extinderii în cultură a speciei acolo unde condițiile stationale o permit, având în vedere capacitatea sa ridicată de adaptare la schimbările climatice și de a furniza lemn de foarte bună calitate;
- realizarea de cercetări pentru întocmirea de *Norme de timp și producție* pentru elagajul artificial al duglasului verde, specifice și aplicabile în pădurile din România.