

## REZUMAT

Teza de doctorat intitulată “**Cercetări privind evoluția recentă a arboretelor cu tei în vestul României**” este structurată în 2 părți principale: **Partea I. Aspecte generale și metodologice** și **Partea a II - a. Rezultate obținute și discuții**.

Aceste 2 părți sunt precedate de **Introducere**, iar la finalul tezei de doctorat sunt prezentate **concluziile și contribuțiile originale** ale studiului efectuat.

Teza de doctorat elaborată, este structurată pe **7 capitole**, cuprinde **102 tabele** și **56 figuri** și beneficiază de aportul a **100 referințe bibliografice** de actualitate pentru domeniul abordat. În teză este inclusă și lista cu lucrările științifice publicate pe parcursul studiilor doctorale, în domeniul topicului tezei.

### INTRODUCERE

În această parte sunt prezentate următoarele aspecte: scopul tezei de doctorat; motivația alegerii temei de cercetare; actualitatea tematicii abordate; gradul de încadrare a temei în preocupările internaționale, naționale; obiectivele științifice propuse pentru rezolvare în cadrul cercetării științifice.

**Scopul prezentei Teze de Doctorat**, intitulată “**Cercetări privind evoluția recentă a arboretelor cu tei în vestul României**” îl constituie analiza evoluției arboretelor cu tei și al potențialului de extindere a speciilor de tei autohton în compoziția viitoarelor arborete din Vestul României prin analiza situației reale a evoluției recente a arboretelor care au în compoziția lor specii de tei autohtone în urma aplicării prevederilor Amenajamentelor Silvice elaborate pentru fondul forestier din cadrul Bazei Experimentale Caransebeș în perioada 1968-2015 și prin studii privind variabilitatea lor genetică. Specia autohtonă cea mai răspândită în arealul cercetat este teiul argintiu și de aceea ea constituie obiectul principal de studiu al prezentei teze.

**Motivația alegerii temei de cercetare** este susținută de faptul că speciile indigene de tei au fost destul de puțin studiate în țara noastră dar și subevaluate ca potențial de producție și valorificare superioară a teritoriilor pe care le ocupă în cadrul arboretelor din care fac parte, mai ales în contextul actual favorizant determinat de schimbările climatice.

Fiind considerate practic specii copleșitoare, de multe ori nu au primit atenția cuvenită dar în contextul actual al necesității intensificării preocupărilor privind valorificarea superioară și diversificată a resurselor forestiere, tei pot să fie pe drept cuvânt specii foarte importante atât din punct de vedere ecologic cât și economic.

**Tematica abordată este de actualitate** și se încadrează în preocupările recente existente pe plan european și internațional, deoarece teii sunt specii importante în pădurile din Europa și din întreaga lume având rol de producție important prin lemnul de calitate bună, folosit pentru celuloză, PAL, PFL, mobilă, chibrituri, ambalaje, tâmplărie, sculptură dar și în industria încălțăminte, totodată fiind specii importante în producția apicolă, în industria farmaceutică și nu în ultimul rând au valoare ornamentală fiind folosiți la scară largă în aliniamente stradale dar și în parcuri în întreaga emisferă nordică.

Pentru a atinge scopul enunțat mai sus s-au stabilit următoarele **obiective de realizat** prin teza de doctorat: *analizarea arealului natural al speciilor de tei autohtone în Baza Experimentală Caransebeș în anii: 1968, 1978, 1986, 1996, 2006, 2016; analiza soluțiilor și metodelor silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada: 1968-1977, 1978-1986, 1986-1995, 1996-2005 și 2006-2015; analiza rezultatelor privind soluțiile și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1968-2015; evaluarea variabilității morfologice a frunzelor de tei argintiu în arealul studiat; evaluarea diversității genetice a populațiilor de tei argintiu din arealul studiat utilizând metoda markerilor moleculari; analiza potențialului de extindere al speciilor de tei autohton în compoziția viitoarelor arborete din Vestul României în contextul actual.*

Teza de doctorat este structurată în două părți principale și urmărește stabilirea potențialului de extindere al arboretelor de tei în Baza Experimentală Caransebeș (B. E. C.) și prin analogie, în condiții ecologice similare existente pe suprafețe mari din Vestul României în contextual actual determinat, pe lângă favorabilitatea condițiilor ecologice din arealul studiat pentru speciile de tei, în condiții de competitivitate

cu alte specii autohtone, de schimbări climatice evidente cu perioade lungi de secetă intensă și de un context social care previzionează o lipsă acută de forță de muncă pentru lucrările silvice tradiționale, care să conducă la compoziții artificiale dorite ale arboretelor. În esență, lucrarea de față analizează oportunitatea, necesitatea și utilitatea re-extinderii pe cale naturală a speciilor de tei în compoziția arboretelor situate în condiții ecologice favorizante pentru speciile autohtone de tei în Vestul României.

## PARTEA I. ASPECTE GENERALE ȘI METODOLOGICE

Această parte cuprinde patru capitole și este structurată în 24 de subcapitole.

Primul capitol intitulat **“Stadiul actual al cunoștințelor privind arealul, biologia, ecologia și silvicultura speciilor de tei din România”** prezintă o sinteză a informațiilor disponibile în literatura de specialitate cu privire la cunoștințele privind arealul, biologia, ecologia și silvicultura speciilor de tei din România și o sinteză a cercetărilor actuale.

Capitolul **“Scopul și obiectivele cercetărilor”** evidențiază cele șase obiective de realizat prin teza de doctorat.

Capitolul 3. **“Localizarea cercetărilor”** are 7 subcapitole și are menirea de a evidenția cadrul natural în care s-au efectuat cercetările, localizarea geografică, suprafața arboretelor studiate pe categorii de specii, hidrologia, clima, regimul termic, regimul pluviometric și regimul eolian.

Ultimul capitol din această parte este **“Materialul și metoda de cercetare”**. Materialul pentru realizarea prezentei teze de doctorat îl constituie fondul forestier proprietate a statului român administrat de Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Silvicultură “Marin Drăcea” prin Baza Experimentală Caransebeș. Pentru a îndeplini obiectivele de cercetare stabilite au fost folosite ca metode de cercetare următoarele: cercetarea și documentarea bibliografică, observația directă în teren, măsurători, analiza și sinteza.

## PARTEA a II-a. REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII

**Această parte** include cercetările proprii efectuate și prezintă rezultatele originale obținute pe parcursul studiilor doctorale, fiind structurată în trei **capitole ( 5, 6 și 7)**.

**Capitolul 5**, intitulat **“Rezultate”** ocupă cea mai mare parte a tezei evidențind rezultatele în mai multe subcapitole.

În subcapitolul 5.1.1. **“Analiza arealului speciilor de tei autohtone în fondul forestier din B. E. C. în anul 1968”** se arată că în amenajamentul care a intrat în vigoare în 1968 arealul teilor autohtoni apare cu o suprafață de 709,1 ha cu un procent de 4% din totalul speciilor, iar cele mai reprezentative Unități de Producție cu tei sunt U. P. I Tincova, U. P. II Vălișor și U. P. III Maciova. U. P. I Tincova avea suprafața de 2221,8 ha din care 470,7 (22%) ha tei cu un volum estimat de 145050 m<sup>3</sup> (24%). U. P. II Vălișor avea suprafața de 2153,2 ha din care 165,6 (8%) ha tei cu un volum estimat de 43050 m<sup>3</sup> (10%). U. P. III Maciova avea suprafața de 1568,0 ha din care 72.6 (5%) ha tei cu un volum estimat de 10740 m<sup>3</sup> (8%).

Subcapitolul 5.1.2. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 1968-1977”** prezintă tabelar parcelele și subparcelele din care urmau să se recolteze atât produse secundare dar și produse principale.

Din subcapitolul 5.1.3. **“Analiza arealului și a dinamicii evoluției speciilor de tei autohtone în B. E. C. în anul 1978, analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1968-1977”** aflăm: U. P. I Tincova avea suprafața de 2238.3 ha din care 411,0 (22%) ha și un volum preconizat a se recolta din produse principale de 69700 m<sup>3</sup>. U. P. II Vălișor avea suprafața de 2141,3 ha din care 176,2 (9%) ha tei. U. P. III Maciova avea suprafața de 1568,0 ha din care 51.6 (3%) ha tei. Din datele culese și prelucrate cu ocazia amenajării din 1978 s-a constatat o scădere a suprafețelor ocupate cu tei în toate cele trei unități de producție care aveau teii autohtoni în compoziție. Suprafața totală ocupată cu specii autohtone de tei scade de la 709,1 ha la 638,8 ha.

Cu ocazia amenajării din 1978 s-a făcut analiza recoltării de produse principale din U. P. I Tincova rezultând o depășire de 18% (posibilitatea fiind estimată la 69700 m<sup>3</sup> și s-au recoltat 82008 m<sup>3</sup>). În parcelele

și subparcelele care aveau în compoziția lor tei s-au recoltat 53061 m<sup>3</sup> din care 15198 m<sup>3</sup> era tei. În 10 u.a. din cele 14 au fost plantați 610650 puietși în cea mai mare parte rășinoase. Așa cum menționam anterior din U. P. II și U. P. III din parcelele care aveau în compoziție tei nu s-au recoltat produse principale.

Răriturile s-au realizat doar pe aproximativ 52% din suprafața din acestea în parcelele și subparcelele care aveau în compoziția lor tei au fost parcurse 341 ha din care s-au recoltat 12008 m<sup>3</sup> din care tei 4680 volumul extras a fost mai mare decât cel recomandat în 8 din cele zece parcele și volumul de tei reprezintă aproximativ 39%.

În subcapitolul 5.1.4. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 1978-1986”** au fost identificate 13 parcele și subparcele, care aveau în compoziția lor speciile de tei autohtone, din care urmează să se recolteze produse principale și 27 de parcele și subparcele din care urmau să se recolteze produse secundare.

Din subcapitolul 5.1.5. **“Analizarea arealului și a dinamicii evoluției speciilor de tei autohtone în B. E. C. în anul 1986, analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1978-1986”** rezultă că suprafața teiului în U. P. I Tincova este în evidentă scădere de la 411 ha în 1978 la 383,4 în 1986 ca urmare a tăierilor definitive realizate în parcelele și subparcelele care aveau în compoziție tei și plantarea acestora în special cu rășinoase ca urmare a “Programului național privind conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976-2010”. Volumul total recoltat din parcelele și subparcelele care aveau în compoziția lor tei este 37913 m<sup>3</sup>, iar volumul de tei recoltat este 17368 m<sup>3</sup>.

În mare parte răriturile executate au depășit volumele preconizate a se recolta în amenajamentul 1978-1986. Doar izolat volumele colectate au fost mai mici în unitățile amenajistice 3A, 37A, 55A, 57, 63. Au rămas neparcurse u. a. 1, 4B, 4C, 13A, 25D, 30A, 30A, 30E, 31D cu toate acestea volumul recoltat a fost cu 7547 m<sup>3</sup> mai mare decât cel preconizat în amenajamentul silvic iar cel al teiului a fost de 9404 m<sup>3</sup> aproximativ 32% din volumul total recoltat.

În subcapitolul 5.1.6. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 1986-1995”** am identificat 7 u.a care aveau în compoziția lor speciile de tei autohtone, din care urma să se recolteze produse principale și 17 u.a. din care se preconizează să se recolteze produse secundare.

Din subcapitolul 5.1.7. **“Analizarea arealului și a dinamicii evoluției speciilor de tei autohtone în B. E. C. în anul 1996, analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1986-1995”** constatăm: suprafața teiului în U. P. I Tincova este relativ constantă 384 ha în 1996 posibil datorită faptului că nu au mai avut loc tăieri definitive urmate de plantații.

Din cele observate și analizate rezultă că teiul era recoltat cu prioritate în toate unitățile amenajistice din care făcea parte din cauza diametrelor mari dar și a cererii existente în noile condiții ale economiei de piață. A fost recoltat din unitățile amenajistice care aveau în compoziție tei 14174 m<sup>3</sup> din care tei 6640 m<sup>3</sup> (47%).

După cum vedem în toate parcelele și subparcelele în care au fost propuse rărituri acestea s-au realizat deși unele aveau doar 40 ani fapt ce arată o bună preocupare pentru conducerea arboretelor tinere. Volumul total de recoltat 14477 m<sup>3</sup> a fost depășit cu 6141 m<sup>3</sup>. Volumul de tei recoltat a fost 6246 m<sup>3</sup>.

În subcapitolul 5.1.8. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 1996-2005”** am identificat 7 u.a care aveau în compoziția lor speciile de tei autohtone, din care urma să se recolteze produse principale și 25 u.a. din care se preconizează să se recolteze produse secundare.

Din subcapitolul 5.1.9. **“Analizarea arealului și a dinamicii evoluției speciilor de tei autohtone în B. E. C. în anul 2006, analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1996-2005”** constatăm: suprafața teiului în U. P. I Tincova cu ocazia amenajării care a intrat în vigoare în 2006 este de doar 356,4 și un procent de 16%. Suprafețele ocupate de tei în U. P. II Vălișor erau 212,9 ha. În U. P. III Maciova apare o creștere a numărului de hectare cu arborete de tei la 79,1 ha. În U. P. IV Turnu Ruieni teii autohtoni sunt menționați cu 34,8 ha o suprafață mult mai mare decât cea menționată în 1996 de 6,7 ha. Din volumul total de recoltat 15134 m<sup>3</sup> au fost recoltați 13448 m<sup>3</sup>. Volumul de tei recoltat a fost 7650 m<sup>3</sup>.

În subcapitolul 5.1.10. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 2006-2015”** am identificat 5 u.a. care aveau în compoziția lor speciile de tei autohtone, din care urma să se recolteze produse principale și 14 u.a. din care se preconizează să se recolteze produse secundare.

Din subcapitolul 5.1.11. **“Analizarea arealului și a dinamicii evoluției speciilor de tei autohtone în B. E. C. în anul 2006, analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1996-2005”** aflăm: suprafața U. P. I Tincova după retrocedările făcute este de 1672,94 ha din care 282,46 tei autohtoni cu un procent de 18% cu 73,94 ha mai mică. Suprafața arboretelor care au în compoziția lor tei crește ușor și în U. P. II Vălișor ajungând la 216,59 ha. Suprafața parcelelor cu tei autohtoni în U. P. III Maciova înregistrează o creștere constantă și este de 95,35 ha cu 16,25 ha mai mare decât suprafața menționată în amenajamentul din 2006. Suprafața acoperită cu tei în U. P. IV Turnu Ruieni aproape că se dublează de la 34,8 ha la 60,92 ha.

Dacă comparăm volumele preconizate a se recolta ( $11392 \text{ m}^3$ ) cu cele recoltate ( $9726 \text{ m}^3$ ) vom observa că acestea sunt mai mici și de asemenea volumul total de tei recoltat ( $3995 \text{ m}^3$ ) este mai mic decât cel preconizat a se recolta ( $4254 \text{ m}^3$ ), acesta fiind depășit în subparcelele 19A și 62A.

Deși au fost parcurse doar jumătate din parcelele și subparcelele propuse la rărituri volumul a fost depășit cu  $1750 \text{ m}^3$  și volumul de tei reprezintă 64% ( $5230 \text{ m}^3$ ) din volumul exploatat.

Perioada în care s-a extras cel mai mare volum total ( $68669 \text{ m}^3$ ) de lemn din parcelele și subparcelele cu tei dar și cel mai mare volum de tei ( $26772 \text{ m}^3$ ) este 1978-1986 urmată de decada 1968-1977 cu  $65069 \text{ m}^3$  volum total recoltat din parcelele și subparcelele cu tei și  $19878 \text{ m}^3$  tei recoltat, la polul opus în decada 2006-2015 volumul total recoltat a fost cel mai mic din perioada studiată ( $17905 \text{ m}^3$ ) și de asemenea volumul de tei recoltat a fost cel mai mic  $9229 \text{ m}^3$ .

În subcapitolul 5.1.12. **“Soluții și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor de tei în perioada 2016-2025”** am identificat câte 13 u.a. care aveau în compoziția lor speciile de tei autohtone, din care urma să se recolteze produse principale în U.P I și U.P II în ceea ce privește produsele secundare sunt 15 u.a. în U.P I și în U.P II 7 u.a.

Din subcapitolul 5.1.13. **“Analiza rezultatelor privind soluțiile și metodele silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 2016-2022”** aflăm: până acum volumul total de material lemnos recoltat din produse principale din parcelele și subparcelele cu tei din U. P. I Tincova este  $18388,84 \text{ m}^3$  din care  $5181,94 \text{ m}^3$  tei (28%). Din U. P. II Vălișor s-au recoltat  $10934,72 \text{ m}^3$  din care  $1996,73 \text{ m}^3$  tei (18%).

Din parcelele și subparcelele care au în compoziție teii indigeni s-au recoltat/marcat ca produse secundare din U. P. I Tincova  $7143,48 \text{ m}^3$  din care  $4232,56 \text{ m}^3$  tei (59%), din U. P. II Vălișor s-au recoltat/marcat  $1984,41 \text{ m}^3$  volum total lemn din care  $756,51 \text{ m}^3$  tei (38%).

Din subcapitolul 5.1.14. **“Cercetări privind aspecte particulare privind evoluția teilor rezultate din analiza amenajamentelor silvice pentru arboretele administrate de Baza Experimentală Caransebeș”** rezultă: observațiile făcute în teren dar și analiza amenajamentelor silvice au relevat că speciile native fagul, gorunul, teii și carpenul au recucerit spațiul ocupat inițial. Din cauza faptului că speciile de tei lăstăresc foarte bine dar și ajutate de creșterea rapidă în primii 40 de ani, acestea au cucerit noi teritorii după fiecare deceniu.

Începând cu anul 1974 mai multe unități amenajistice au fost parcurse cu tăieri definitive și deoarece era în vigoare ”Programul național privind conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976-2010” care prevedea extinderea speciilor de rășinoase, au fost folosite specii de rășinoase autohtone dar și exotice cum ar fi duglasul *Pseudotsuga menziesii*.

Inițial rezultatele plantațiilor conform amenajamentului au fost bune, dar după o anumită perioadă (între 10-30 de ani) speciile autohtone fag, gorun, carpen și tei și-au recuperat teritoriul inițial. Periodicitatea lucrărilor de degajări și curățiri au permis ca speciile autohtone să acopere spațiile rămase libere după uscarea rășinoaselor din cauza neadaptării la terenurile din afara arealului și a vitalității mai scăzute.

Din subcapitolul 5.1.15. **“Distribuția actuală a speciilor de tei autohton în pădurile administrate de Baza Experimentală Caransebeș”** observăm: în zona de câmpie și cea deluroasă teiul are o distribuție relativ constantă în pădurile din această zonă. Chiar dacă în cele mai multe cazuri teiul ocupă mai puțin de

30% din compoziția arboretelor avem o zonă importantă unde teiul apare constant. De asemenea în zona montană și premontană distribuția teiului este mai diseminată pe suprafața acoperită cu pădure. Putem distinge trei zone unde teiul apare în compoziția arboretelor: una în nord, una în centru și una foarte diseminată în sud, fiind influențată de altitudinea existentă în zona studiată.

Cu privire la relația dintre procentul de participare și altitudine putem trage aceste concluzii:

- număr foarte mare de u.a. cu procent scăzut al teiului la altitudini între 300-500 m;
- procent foarte ridicat al teiului într-un număr restrâns de u.a.-uri la altitudini de 300-400 m;
- număr însemnat de u.a. cu procent scăzut de participare al teiului la altitudini între 500 și 800 m.

Am analizat relația dintre procentul de participare a teilor în compoziția arboretelor și vârsta acestora rezultând următoarele concluzii:

- număr mare de u.a. cu tei în procente mici și vârste mijlocii;
- număr însemnat de u.a. cu tei la vârste mici și procente mici;
- procente însemnate de tei la un număr considerabil de u.a. de vârstă mijlocie;
- procente mari de tei la un număr mare de u.a. de vârstă mijlocie.

Din subcapitolul 5.2. **“Aspecte privind variabilitatea morfologică a frunzelor de tei argintiu în arborele administrate de Baza Experimentală Caransebeș”** rezultă: pentru că am folosit valoarea tabelară a lui „t” pentru probabilitatea de transgresiune de 5%, putem afirma că la măsurarea caracteristicilor frunzelor recoltate din suprafețele de proba analizate, pragul de siguranță de 95% este respectat pentru o abatere maximă de la media de 2.6 mm pentru lungimea maximă a frunzei, 2.4 mm pentru lățimea maximă a acesteia, 1.3 mm pentru lungimea de la baza la lățimea maximă și de 2.1 mm lungimea pețiolului.

Subcapitolul 5.3. denumit **“Evaluarea diversității genetice a populațiilor de tei argintiu în arborele administrate de Baza Experimentală Caransebeș utilizând metoda markerilor moleculari”** reprezintă o parte foarte importantă în teză, probele ADN, extrase și purificate (20 genotipuri) au fost amplificate pe rând cu cei 10 primeri ISSR.

Pe baza rezultatelor se observă că toți primerii utilizați au generat benzi polimorfice, rezultând o rată ridicată a polimorfismului cu valori între 90,91 % în cazul lui UBC840 și 100 % pentru primerii: UBC864, UBC886, A7, A12, A17, A21. Pentru analize au fost selectate ca fiind prezente (1) numai benzile clare, în timp ce benzile cu rezoluție foarte redusă au fost marcate ca fiind absente (0).

În ceea ce privește mărimea benzilor, se constată că fragmentele amplificate ale primerului A17 au fost mai concentrate, având dimensiuni cuprinse între 270 și 1112 pb, în timp ce primerul A12 a înregistrat cea mai mare amplitudine a dimensiunii fragmentelor amplificate 170-2225 pb. Diferența minimă între dimensiunea oricăror două benzi polimorfice generate de un primer a fost de la 10 pb pentru UBC864 și A17, până la 932 pb pentru A12.

Polimorfismul total generat de un anumit primer (PIC) care indică puterea discriminatorie a acestuia, a prezentat valori cuprinse între 0,371 la UBC884 și 0,468 la UBC864, cu o medie de 0,408. Indicele de discriminare (PI), care atestă eficiența unui anumit primer în detectarea polimorfismului a înregistrat valori cuprinse între 7,075 pentru primerul UBC873 și 11,250 pentru primerul UBC886, care are cea mai ridicată capacitate de a genera benzi polimorfice la populațiile de tei cuprinse în studiu.

În vederea comparării rezultatelor obținute pe baza diferiților primeri ISSR, s-au calculat coeficienții de corelație dintre valorile similarității evaluate prin intermediul acestora.

Conform datelor prezentate se observă existența unor corelații asigurate statistic între majoritatea primerilor studiați care atestă că aceștia pot fi utilizați cu o bună eficiență pentru identificarea polimorfismului și stabilirea diversității genetice între diferite populații de tei. Primerul UBC 884 prezintă o concordanță mai redusă față de ceilalți primeri, având în vedere că diversitatea evidențiată pe baza sa este semnificativ corelată doar cu cea aferentă primerilor UBC864, UBC873 și UBC884. Ca atare, primerul UBC884 poate fi utilizat cu rezervă pentru evaluarea diversității la populații de tei.

Luând în considerare rezultatele aferente celor 10 primeri respectiv cele 232 benzi generate de aceștia, rezultă că cea mai ridicată similaritate genetică a fost înregistrată între populațiile: U. P. III 13A și U. P. III 9C (73,71 %); U. P. I 12 și U. P. I 36D, U. P. II 58A și U. P. II 57C (73,28 %); U. P. IV 47 și U. P. V 11A, U. P. V 11A și U. P. V 1B (70,69 %). O diferențiere considerabilă la nivel molecular a fost

consemnată între populațiile: U. P. I 4A și U. P. III 42D (51,72 %); U. P. I 63 și U. P. III 42D (51,29 %); U. P. I 4A și U. P. IV 47, U. P. III 5C și U. P. III 16G (50,43 %);

Populațiile de tei studiate au fost clasificate ierarhic pe baza alelelor ISSR, în patru clustere.

Un prim cluster este alcătuit din cinci populații din U. P. I între care există o similaritate genetică de 65 %. Populațiile respective fiind repartizate în două subgrupe respectiv: U. P. I-4A, U. P. I-37A și U. P. I-30D; U. P. I-12 și U. P. I-36D.

Clusterul al doilea conține șapte populații dintre care șase provin din U. P. III, plus populația U. P. I-63. Populațiile respective au fost grupate în trei subclustere și anume: în primul subcluster, U. P. I-63 și U. P. III-8A care sunt 68 % similare genetic. U. P. III-43B și U. P. III-16G în al doilea cluster, respectiv în al treilea cluster populațiile U. P. III-5C, U. P. III-11A și U. P. III-9C care posedă aproximativ 68 % alele comune.

Al treilea cluster are șase populații (o subgrupă): U. P. III 42-D, U. P. IV 47, U. P. V-11A și U. P. V-1B, U. P. VI -10, U. P. VII-53 provenite din patru U.P.-uri diferite. Populațiile din U. P. IV și V prezintă între ele o similaritate de aproximativ 68 %, în timp ce populația U. P. III-42D manifestă o diversitate de aproximativ 39 % față de celelalte populații ale acestui cluster.

Populațiile din U. P. II (58A și 57C), care posedă un fond de 73,28 % alele comune, alcătuiesc al patrulea cluster, manifestând o diversitate considerabilă față de populațiile din celelalte clustere.

În ceea ce privește analiza varianței pentru cele 20 de populații sub aspectul benzilor amplificate ale primerilor ISSR populațiile U. P. VII 53, U. P. III 9C, U. P. VI 10, U. P. I-30D manifestă cea mai ridicată contribuție la diversitatea totală de la nivelul dendrogramei. Populațiile primului cluster nu se diferențiază semnificativ în ceea ce privește contribuția lor individuală la diversitatea din interiorul respectivului cluster. Populația U. P. III 5C are o contribuție mai ridicată asupra diversității dintre populațiile celui de-al doilea cluster. Populația U. P. III 42D influențează considerabil nivelul diversității din al treilea cluster.

În urma analizelor efectuate prin intermediul celor 10 primeri, au fost identificate fragmente rare de ADN prezente doar la anumite genotipuri din colecția studiată. Aceste benzi pot fi utilizate ca markeri ADN pentru identificarea populațiilor de tei sau la alcătuirea hărților genetice.

Subcapitolul 5.3. este denumit “**Analiza potențialului de extindere al speciilor de tei autohton în compoziția viitoarelor arborete din vestul României**”

Conform amenajamentului silvic în vigoare (2016-2025) potențialul termic al etajului deluros pe expoziții însoțite și parțial însoțite acoperă în întregime arealul termic (ecologic) al gorunului și teilor autohtoni.

Pentru a evidenția potențialele zone de extindere a teilor am analizat expoziția și altitudinea din cele 7 Unități de Producție rezultatele au fost următoarele:

- În U. P. I Tincova din 1672,94 ha 1587,27 ha sunt situate la altitudini între 200 m și 600 m și pe versanți cu expoziție însoțită și parțial însoțită;
- În U. P. II Vălișor din 2136,12 ha 1885,18 ha sunt situați la o altitudine cuprinsă între 200 m și 600 m, iar 1818,81 ha sunt situate pe versanți însoțiți și parțial însoțiți;
- În U. P. III Maciova din 1586,76 ha am identificat 1493,42 ha situate între altitudinea de 200 m și 600 m, din care majoritatea 1451,83 sunt pe versanți însoțiți și parțial însoțiți;
- Începând cu U. P. IV Turnu Ruieni altitudinea începe să crească aici din 2513,25 ha 1216,45 ha sunt situate la altitudinea optimă pentru tei;
- În U. P. V Sebeșel avem doar 190,89 ha distribuite altitudinal între 400-600 m;
- În U. P. VI Cuntu avem cea mai mică suprafață între 400-600m 47,04 ha;
- În U. P. VII Vârciorova avem de asemenea doar 129,44 ha la altitudini cuprinse între 400-600 m.

Deși suprafața totală a versanților însoțiți și parțial însoțiți este de 14187,36 ha altitudinea este cea care restrânge suprafața potențială de extindere a teilor în B. E. C. având doar 6644,47 ha pe terenuri cu altitudini cuprinse între 200 m și 600 m. Astfel putem vedea că pe lângă U. P. I Tincova, U. P. II Vălișor, U. P. III Maciova zona unde teii sunt foarte prezenți acum, U. P. IV Turnu Ruieni ar fi zona cea mai prielnică pentru extinderea teilor deoarece avem 1216 ha situate între 200 m și 600 m altitudinal. De asemenea dacă analizăm tipurile de sol din B. E. C. vedem că un procent copleșitor, 92% este reprezentat de cambisoluri (eutricambisoluri și districambisoluri) care se pretează foarte bine pentru creșterea și dezvoltarea teilor autohtoni [101].

În concluzie, putem spune că teii autohtoni sunt specii importante pentru fondul forestier al Bazei Experimentale Caransebeș și se pretează la re-extindere în afara teritoriului ocupat actualmente fiind favorizați de solul fertil, existența versanților însoriți și parțial însoriți, suprafață mare de arborete plasate altitudinal în condiții generale foarte favorabile teilor (între 200 m-600 m), clasă de producție similară cu a fagului și gorunului, indice de creștere curentă comparabil cu al fagului (cea mai răspândită specie din arealul studiat).

**Capitolul 6** este intitulat “**Concluzii**” și reprezintă o parte foarte importantă din teză evidențiază volumul de date obținute cu ocazia elaborării acestei teze de doctorat.

Prin studiul de față am încercat să analizăm factorii determinanți care stau la baza menținerii unui procent important de participare a teilor indigeni în arboretele din Vestul României, în condițiile menționate mai sus. Evoluția din ultimele decenii a suprafețelor cu tei în zona studiată și rezultatele preliminare obținute privind larga variabilitate morfologică, ecologică și genetică a populațiilor locale de tei din Vestul României reprezintă argumente pentru o mai mare atenție pe care silvicultura trebuie să o acorde acestor specii în contextul actual și totodată premise pentru o potențială extindere a arboretelor cu tei indigeni în Vestul României.

Cele mai importante zone cu tei din arealul studiat sunt U. P. I Tincova, U. P. II Vălișor și U. P. III Maciova. Aceste suprafețe au evoluat astfel: 708,9 ha în 1968, 638,8 ha în 1978, 657,4 ha în 1986, 671,4 ha în 1996, 683,2 ha în 2006 și ar fi fost 729,2 ha în 2016 dacă nu se făceau retrocedările din 2007.

Cea mai bogată zonă în tei din B.E.C. în anul 1968 este U. P. I Tincova, unde din suprafața sa totală de 2221.8 ha, peste 470 ha (22%) sunt acoperite cu tei cu un volum total estimat *pe picior* de 145050 m<sup>3</sup> (24% din total). Celelalte zone cu tei aveau suprafețe mai mici: U. P. II Vălișor are suprafața de 2153,2 ha din care 165,6 (8%) ha tei cu un volum estimat de 43050 m<sup>3</sup>(10%) și U. P. III Maciova avea suprafața de 1568,0 ha din care 72.6 (5%) ha tei cu un volum estimat de 10740 m<sup>3</sup> (8%).

Conform amenajamentului din 1978, suprafața teilor a scăzut la 411 ha din cauza recoltării integrale a masei lemnoase din u. a. 7, 15, 16, 26 B, 26D, 28A, 29A, B și plantarea în special cu rășinoase (610000 puieti plantați).

Cu ocazia amenajării din 1986 suprafața estimată a fi acoperită de teii autohtoni scade din nou în U. P. I Tincova la 383,4 ha ca urmare a tăierilor definitive realizate în parcele care aveau în compoziție tei dar crește constant în U. P. II Vălișor și U. P. III Maciova.

În anul 1996 se constată că suprafața teiului în U. P. I Tincova a rămas constantă (384 ha), crește puțin în U. P. II Vălișor de la 212,6 ha la 220 ha, iar în U. P. III Maciova apare o scădere mica a suprafețelor ocupate de tei de la 61,4 ha la 60,7 ha. Tot atunci teiul apare și este menționat în U. P. IV Turnu Ruieni cu 6,7 ha, pentru prima oară de la amenajarea din 1968.

Cu ocazia amenajării care a intrat în vigoare în 2006 suprafața teilor în U. P. I Tincova este de doar 356,4 ha și un procent de 16%, în U. P. II Vălișor erau menționate 212,9 ha, iar în U. P. III Maciova apărea o creștere a suprafețelor ocupate de tei la 79,1 ha. În U. P. IV Turnu Ruieni teii autohtoni sunt menționați în 2006 cu 34,8 ha o suprafață mult mai mare decât cea menționată în 1996 (6,7 ha).

Soluțiile și metode silviculturale propuse pentru gospodărirea arboretelor cu tei în perioada 1968-2015: în special lucrările de îngrijire (degajări, curățiri, rărituri) efectuate în perioada 1968-1986 și în anumită măsură și după aceea, au eliminat temporar, în mare măsură, teiul din arboret. Cu toate acestea, tratamentele aplicate și tăierile de produse secundare efectuate în perioada 1968-2015 au relevat totuși existența și continuitatea în arboretele studiate a unor volume importante de tei.

Amenajamentul silvic din 1968 avea ca obiectiv bine definit în lucrările propuse în deceniu scăderea proporției diverselor moi (tei cu preponderență) și a fagului și majorarea procentului de rășinoase și gorun în suprafața studiată. Ciclul de producție adoptat era 110 ani iar regimul codru cu conversiune prin îmbătrânire, tratamentele propuse: tăieri combinate în arborete de bază productive, tăieri rase cu caracter de refacere în arborete slab productive, tăieri rase de substituție în arborete necorespunzătoare stațional sau economic.

Întrucât doar în U. P. I Tincova erau în 1968 parcele din care urma să se recolteze produse principale și secundare care au în compoziție teii autohtoni, în lucrarea de față, s-a realizat o sinteză cu prezentarea volumelor totale de recoltat în u. a. și a volumelor de tei de recoltat doar în acest U.P.

În general volumul recoltat prevăzut de amenajament nu a fost depășit, dar au fost 3 cazuri de parcele care trebuiau parcurse cu tăieri de regenerare în deceniul următor și au fost exploatare în acesta. Astfel posibilitatea totală estimată la 69700 m<sup>3</sup> a fost depășită cu 18% ajungând la 82008, din parcelele care aveau tei în compoziție recoltându-se 53061 m<sup>3</sup> din care 15198 m<sup>3</sup> a fost tei.

Începând cu anul 1974 mai multe unități amenajistice au fost parcurse cu tăieri definitive și deoarece era în vigoare ”Programul național pentru conservarea și dezvoltarea fondului forestier în perioada 1976-2010/ Legea 2/1976” au fost folosite (de multe ori impropriu) în afara arealului lor natural pentru reîmpădurire exclusiv specii de rășinoase, autohtone dar și exotice cum ar fi duglasul.

În deceniul 1978-1986 au fost identificate 13 parcele și subparcele din care urmau a se recolta produse principale și 27 de parcele și subparcele din care urmau să se recolteze produse secundare, care aveau în compoziția lor teii autohtoni.

În mare parte răriturile executate au depășit cu mult volumele preconizate a se recolta în amenajamentul 1978-1986, volumul recoltat a fost cu 7547 m<sup>3</sup> mai mare decât cel preconizat în amenajamentul silvic iar cel al teiului a fost de 9404 m<sup>3</sup> aproximativ 32% din volumul total recoltat.

În perioada 1968-2015, în cele 3 unități de producție unde teii autohtoni sunt întâlniți au fost făcute 982 ha de împăduriri (majoritatea cu rășinoase), 2258 ha degajări, 2014 ha curățiri și numeroase operațiuni în care s-au eliminat din arboret cu preponderență diverse specii de foioase de esență moale (cu preponderență teii, plopii, salcia căprească) de asemenea mesteacănul și carpenul. Estimăm că teiul eliminat se regăsea în proporție de minim 20 % din total exemplare eliminate prin tăiere.

Chiar dacă în primul deceniu după plantare, rezultatele plantațiilor executate în ambele situații (cu prezența teiului în compoziția inițială sau fără) conform amenajamentului au fost bune, după o anumită perioadă între 10-30 de ani speciile autohtone fag, gorun, carpen și mai ales tei și-au recuperat teritoriul inițial. Periodicitatea lucrărilor de degajări și curățiri au permis ca speciile autohtone (inclusiv teii) să acopere spațiile rămase libere după uscarea rășinoaselor din cauza neadaptării la terenurile din afara arealului și a vitalității mai scăzute.

Conform datelor din Amenajamentele Silvice elaborate pentru Unitatea de Producție numărul IV Turnu-Ruieni în această zonă teii autohtoni s-au extins evident iar explicațiile sunt variate și complexe:

- vârsta mare la care s-au început tăierile de regenerare, în multe cazuri mai mare de 130 ani din cauza lipsei drumurilor forestiere;

- aplicarea tăierilor progresive generatoare de goluri unde lumina pătrunde abundent (în ochiuri) care au înlocuit tăierile succesive care presupuneau tăieri uniforme pe toată suprafața parcelei;

- teiul nu mai este astăzi considerat specie copleșitoare, respectiv „dăunătoare”, ca și în trecut când era eliminat cu precădere prin tăierile de îngrijire executate;

- schimbări climatice care avantajează speciile termofile și în aceste suprafețe;

- configurația reliefului de dealuri joase specifică U. P. IV este foarte favorabilă teilor, zona aceasta având cea mai joasă altitudine din zona deluroasă a Bazei Experimentale Caransebeș;

- introducerea și aici a rășinoaselor, în afara arealului și regresul lor în timp;

- nerealizarea în totalitate a primelor rărituri, din cauza suprafețelor mari de parcurs și a dimensiunilor mici ale masei lemnoase;

- regenerarea deficitară din sămânță a fagului și gorunului din cauza aplicării tratamentului tăierilor rase pe suprafețe mari între anii 1960-1980 în parcelele 54-64 din U.P. IV Turnu Ruieni.

Evaluarea variabilității morfologice a frunzelor de tei colectate din cele 20 de piețe de probă a permis determinarea corelației Pearson între diferitele caracteristici ale frunzei: corelație pozitivă înaltă între lungimea și lățimea frunzei, lungimea frunzei și aria frunzei, lățime și aria frunzei.

Stabilirea acoperirii statistice a rezultatelor s-a făcut determinând intervalul de siguranță și abaterea de la medie a caracteristicilor măsurate ale frunzelor și calcularea diferiților indicatori statistici.

Pentru că am folosit valoarea tabelară a lui „t” pentru probabilitatea de transgresiune de 5% putem afirma că la măsurarea caracteristicilor frunzelor recoltate din suprafețele de proba analizate, pragul de siguranță de 95% este respectat pentru o abatere maximă de la media populației de 2.6 mm pentru lungimea maximă a frunzei, 2.4 mm pentru lățimea maximă a acesteia, 1.3 mm pentru lungimea de la baza la lățimea maximă și de 2.1 mm lungimea pețiolului. Caracteristicile morfologice ale frunzelor arată o variabilitate largă a acestor caractere morfologice pentru suprafața studiată.



Analizele genetice realizate pe 10 primeri ISSR selectați, la ADN genomic de la 20 de populații reprezentative pentru arealul analizat, au relevat 232 alele pentru care s-au stabilit coeficienții de similaritate pentru populațiile analizate.

În vederea comparării rezultatelor obținute pe baza diferiților primeri ISSR, s-au calculat valorile coeficienților de corelație dintre primerii ISSR sub aspectul similarității genetice a populațiilor de tei analizate și s-au determinat corelații asigurate statistic între majoritatea primerilor studiați care atestă că aceștia pot fi utilizați cu eficiență la identificarea polimorfismului și a diversității genetice a populațiilor de tei.

Variabilitatea genetică evidențiată la populațiile de tei studiate, poate reprezintă o bună justificare pentru starea excepțională de vegetație precum și a lipsei dăunătorilor și bolilor importante în arealul studiat.

Analizând distribuția teilor în pădurile din cadrul B.E.C. putem observa o distribuție general uniformă și permanentă în U. P. I, II și III din zona de deal și dealuri joase. Această zonă reprezintă în mod evident centrul de răspândire a teiului în zona studiată. În zona montană și premontană se pot decela trei centre de răspândire, unul în nord, altul în centru și unul foarte răspândit în sud. Din cauza altitudinii mari și a competiției cu alte specii (carpen) în aceste condiții cu umiditate mare, nu s-a răspândit foarte repede.

Cu privire la relația dintre distribuția teilor în B.E.C și altitudine putem observa un comportament normal al teilor, având în vedere temperamentul lor, cu o participare foarte bună de până la maximum 90 % doar în zona deluroasă și o participare de maximum 10% în zona montană și premontană. Participarea constantă și aproape permanentă între 10%-30% se întâlnește între 200m-600m altitudine.

Condițiile ecologice actuale: existența unor suprafețe mari de arboret situat pe cambisoluri la altitudini de 200-600 metri altitudine, un climat mai cald și cu fenomene de secetă, o capacitate competitivă ridicată a speciilor de tei (specii iubitoare de lumină) și cu o capacitate reproductivă remarcabilă (înmulțire vegetativă viguroasă, fructificație anuală abundentă), creștere rapidă în înălțime și în acumularea de biomasă, potențial ridicat de hibridare naturală, o variabilitate genetică importantă în arealul studiat precum și soluțiile silviculturale ce promovează spații deschise (extinderea tăierilor progresive cu ochiuri mari și ciclul lung) au condus la situația prezentă când arboretele în care s-au efectuat operațiuni silviculturale care au avut ca scop eliminarea sau reducerea proporției teiului în arboret, prezintă o importantă participare în compoziție a teilor autohtoni, o creștere rapidă a exemplarelor de tei și o tendință evidentă de re-extindere/extindere spațială a speciilor autohtone de tei în detrimentul speciilor plantate în afara arealului dar și al speciilor autohtone cu o creștere anuală mai lentă.

În concluzie, contextul arboretelor din arealul studiat este întâlnit pe un areal destul de important în Vestul României și reprezintă o oportunitate remarcabilă pentru extinderea speciilor de tei autohton. Utilitatea economică, ecologică și socială a speciilor autohtone de tei justifică o mai mare atenție pe care să o acorde în viitor silvicultura din România acestor specii.

În **capitolul 7**, ultimul, denumit “**Contribuții originale**” am încercat să evidențiez contribuțiile personale care au derivat din realizarea obiectivelor tezei de doctorat.

Cercetările de față au permis realizarea unor contribuții originale pentru silvicultură și în special pentru silvicultura speciilor de tei în vestul României:

- Studiul evoluției arboretelor de tei în vestul României în condițiile aplicării prevederilor amenajamentelor silvice în perioada 1968-2015 a arătat că deși toate amenajamentele elaborate în ultimii 50 de ani prevedeau prin măsuri silviculturale reducerea procentului de tei autohton, răspândiți natural pe teritoriul Bazei Experimentale Caransebeș, în practică acest lucru nu și-a atins scopul. Prin măsurile aplicate mai mult sau mai puțin riguros, teii, printr-o mai bună capacitate de adaptare în timp la condițiile concrete locale, au reușit să revină la procentul inițial de participare în zonele unde s-a încercat eliminarea sau reducerea drastică a participării lor în compoziție sau unde au fost ulterior efectuate plantații (în special cu rășinoase autohtone dar și exotice (*Pseudotsuga menziesii*)).
- Realizarea hărților de distribuție a speciilor de tei autohtone în B. E. C. pe baza compoziției din amenajamentele silvice a evidențiat o foarte bună reprezentare a acestora în special în U. P. I Tincova, U. P. II Vălișor și U. P. III Maciova și doar diseminat în celelalte unități de producție din zona de deal și munte.

- Evidențierea relației procent de participare a teiului în arboret și altitudine: participarea teilor în compoziția arboretelor este evident influențată de altitudine. Astfel avem: un număr foarte mare de parcele și subparcele cu un procent scăzut de participare la altitudini între 300-500, un procent foarte ridicat de participare al teilor într-un număr restrâns de unități amenajistice la altitudini între 300-400 m și de asemenea la altitudini mari între 500-800 m procent scăzut de participare.
- Stabilirea relației dintre procentul de participare a teilor în compoziția arboretelor și vârsta acestora: număr mare de unități amenajistice cu tei în procente mici și vârstă mică și medie, procente însemnate de tei într-un număr considerabil de parcele și subparcele cu vârsta medie și de asemenea un număr reprezentativ de unități amenajistice ce au vârstă mijlocie și procent mare de participare a teilor autohtoni.
- Studiul în premieră pentru arealul studiat a variabilității genetice a populațiilor de tei argintiu din fondul forestier al Bazei Experimentale Caransebeș utilizând metoda markerilor moleculari. Tehnica microsateleților numită tehnica ISSR (inter simple sequence repeats) presupune că amplificarea PCR are loc în prezența unui primer complementar cu o secvență microsatelelit. Aceștia sunt constituiți din secvențe scurte de nucleotide (di- sau multinucleotide) care se repetă de un număr de ori variabil: ex. (CA)<sub>7</sub>G, (GTG)<sub>3</sub>GC, (AGTG)<sub>5</sub>. Sunt markeri moleculari semiarbitrari, bazați pe reacția PCR. Nu necesită informații prelabile despre genom și duc la evidențierea unui înalt polimorfism. Markerii inter-microsateleți sunt markeri moleculari dominanți evidențiați în masă și se inspiră din principiul RAPD: metoda este rapidă, relativ ieftină, nu necesită cunoașterea secvenței ADN, necesită cantități mici de ADN, evidențiază înalt polimorfism, nu sunt specifici speciei, sunt abundenți în genom.
- Calculul valorilor coeficienților de corelație dintre primerii ISSR sub aspectul similarității genetice a populațiilor. În vederea comparării rezultatelor obținute pe baza diferiților primeri ISSR, s-au calculat coeficienții de corelație dintre valorile similarității evaluate prin intermediul acestora și s-a observat existența unor corelații asigurate statistic între majoritatea primerilor studiați care atestă că aceștia pot fi utilizați cu o bună eficiență pentru identificarea polimorfismului și stabilirea diversității genetice între diferite populații de tei din arealul studiat. Rezultatele obținute au relevat populațiile studiate între care a fost înregistrată cea mai mare similaritate genetică și totodată și cele între care s-a înregistrat cea mai importantă diferențiere la nivel molecular. Pe baza rezultatelor obținute, populațiile de tei studiate au fost clasificate ierarhic pe baza alelelor ISSR, în patru clustere.
- Determinarea corelațiilor dintre primerii studiați în vederea identificării polimorfismului și a diversității genetice a populațiilor de tei autohton. În vederea analizei polimorfismului genetic al populațiilor de tei cuprinse în studiu au fost utilizați 10 primeri ISSR dominanți, toți primeri utilizați au generat benzi polimorfice, rezultând o rată ridicată a polimorfismului (între 90,91 % și 100 %). S-a analizat mărimea benzilor, s-au determinat dimensiunile acestora precum și diferența minimă între oricare două benzi polimorfice generate de un primer pentru populațiile de tei analizate. De asemenea s-a determinat care indicele de discriminare care atestă care este care este primerul care are cea mai ridicată capacitate de a genera benzi polimorfice la populațiile de tei cuprinse în studiu.
- Analiza potențialului de extindere a teilor autohtoni în zona studiată: teii autohtoni sunt specii importante pentru fondul forestier al Bazei Experimentale Caransebeș și se pretează la extinderea teritoriului ocupat actualmente fiind favorizați de solul fertil, existența versanților însoriți și parțial însoriți, suprafață mare de arborete plasate altitudinal între 200m-600 m, clasă de producție la fel cu a fagului și gorunului, indicele de creștere curentă mare și variabilitate genetică mare.