

# ForCrops: Estimarea producției supratereșterane de biomasă lemnoasă din culturile forestiere cu creșteri rapide, prin scanare laser terestră

I.-C. Dănilă

## Cadru general

Culturile forestiere cu ciclu scurt de producție (SRC) reprezintă o alternativă fiabilă pentru producerea de biomasă lemnoasă, suprafața acestora crescând semnificativ la nivel global (FAO 2021). Interesul pentru astfel de culturi a crescut mai ales datorită capacității acestora de a face față schimbărilor climatice și cererii tot mai mari de material lemnos pentru industrie (Oberthür și Ott 1999, El Kasmoui și Ceulemans 2012).

Dintre speciile de arbori pretabile la astfel de culturi, cele de plop se remarcă prin adaptabilitate și productivitate (Dickmann et al. 2008, Stelian 1968). Răspândirea culturilor de acest tip este datorată numeroaselor avantaje, unele dintre cele mai importante fiind fiabilitatea tehnologiei de cultivare și capacitatea de creștere în condiții variate (Dickmann 2001). În Europa, suprafața culturilor de plop cu ciclu scurt de producție depășește în acest moment 50.000 hectare, iar la nivel național, suprafața acestora însuma în anul 2012 cca. 2600 hectare (IPC 2012). Extinderea acestor culturi este susținută și de politicile de mediu din ultimii 30 de ani (Aebiom 2017, Lindegaard et al. 2016).

România prezintă un potențial ridicat de extindere a culturilor forestiere cu ciclu scurt de producție mai ales pe terenurile marginale (MEF 2010, Werner et al. 2012). Culturile de plop hibrid pot oferi suficiente resurse investitorilor

într-un timp scurt, conservând totodată resursele forestiere naturale (Chaturvedi 1998, Christerson 2006). Acest aspect a contribuit la instalarea unor astfel de culturi în partea de nord-est a României, începând cu anul 2009 (STRoMA 2012, Coșofreț și Dănilă 2014). Suprafața acestora depășește 800 hectare în prezent (Dănilă 2019).

Mai multe studii au vizat plantațiile experimentale de plop hibrid din zona colinară, acestea încercând să răspundă unor întrebări cu privire la potențial lor energetic, selecția soiurilor adecvate și optimizarea tehnologiei de cultură pentru obținerea de cantități superioare de biomasă (Dănilă et al. 2016, 2015). De asemenea, alte studii au vizat analiza impactului social a acestor culturi asupra localităților din proximitate (Coșofreț et al. 2016), cât și modul în care acestea contribuie la modificarea proprietăților solului, după o utilizare îndelungată a terenului (Savin et al. 2019). Referitor la estimarea producției de biomasă, în practică, există diferite metode care implică măsurători locale sau utilizarea unor surse diferite de date (Dai 2021, Fan et al. 2020). Estimarea cât mai precisă a biomasei este o provocare și este necesară pentru planificarea sustenabilă a resurselor forestiere în timp (Bouriaud et al. 2015, Næsset et al. 2013). Un salt tehnologic în acest sens este adus de utilizarea scannerului laser terestru (TLS) în rândul metodelor de estimare a biomasei lemnoase din culturile cu ciclu scurt de producție (Dănilă 2021).



**Figura 1** Dispozitivul de amplasare a echipamentelor în suprafețele de probă din culturile de plop  
*Experimental device. Installation of equipment inside the sample plots*

### Scopul și obiectivele proiectului

Proiectul de cercetare își propune să evidențieze potențialul TLS-lui în estimarea biomasei lemnoase din culturile forestiere cu ciclu scurt de producție, comparând rezultatele obținute prin mai multe metode pentru generarea unor ecuații alometrice stabile. Așadar, utilizarea TLS-lui în aceste condiții poate duce la (i) creșterea preciziei de estimare a biomasei; (ii) reducerea efortului și a timpului de lucru; (iii) generarea unor ecuații alometrice locale, și (iv) popularizarea unui instrument pragmatic de estimare a biomasei.

### Localizarea cercetărilor

Cercetările sunt derulate în zona colinară a Podișului Sucevei, în apropierea localității Dornești și Vicșani, unde sunt analizate diferențele dintre două clone de plop hibrid (“Pannonia” *Populus x euramericana* și “AF8” *P. x generosa* 103-86 x *P. trichocarpa* PEE) după trei sezoane de vegetație (5 – 7 ani). Plantațiile experimentale de plop sunt amplasate într-un dispozitiv de plantare cu circa 1667 exemplare·ha<sup>-1</sup> (3 x 2 m). Condițiile staționale locale sunt caracteristice unui climat temperat continental, cu temperatura medie anuală de 7°C și precipitațiile medii de cca. 550 - 600 mm·an<sup>-1</sup> (Sandu et al. 2008, Tănăsă 2011). Solul este

slab diferențiat textural și bine aprovizionat în elemente bazice (din clasa Cernisoluri), omogen pe toată suprafața și prielnic instalării ploșului în culturi intensive (Savin et al. 2014).

### Fișa sintetică a proiectului

Titlul proiectului: Evaluarea directă a productivității de biomasă din culturile forestiere cu ciclu scurt de producție (SRF) cu scannerul laser terestru (TLS).

Numărul proiectului: PN-III-P1-1.1-PD-2019-0388. Contract de finanțare nr. PD3/2020.

Acronim: ForCrops

Finanțare: PN III, Programul 1 – Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare. Subprogramul 1.1. – Resurse umane. Proiecte de cercetare postdoctorală.

Autoritatea contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI).

Coordonator: Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava.

Persoană de contact pentru contractor: Iulian-Constantin Dănilă (UEF-ID: U-1700-032F-4855): iulianandanila@usm.ro.

Durata proiectului: 24 luni, în perioada 1.09.2020 – 31.08.2022.

## Studii de caz și rezultate așteptate

În cadrul acestui proiect, tehnologia TLS este utilizată pentru estimarea biomasei lemnoase pe părți componente de arbore (trunchi și ramuri pe diferite nivele de creștere), pe baza modelului 3D din suprafețele de probă care presupune determinarea volumului în primă fază (Dănila et al. 2021). Obținerea modelului 3D a arborilor din suprafețele de probă este realizată cu ajutorul aparatului Z+F Imager 5010 (Zoller and Fröhlich, Wangen, German), de tipul «phase-shift», asigurând o precizie de estimare a distanțelor de  $\pm 1$  mm la 25 m. Pentru scanare s-au stabilit 6 puncte de stație, fiecare corespunzându-i 8 puncte de coregistrare unde au fost instalate repere sferice de 200 mm în diametru (Figura 1). Exemplarele de plop hibrid scanate sunt individualizate în programul CloudCompare v.2.12 (licență publică generală), iar prelucrarea ulterioară a acestora este realizată cu ajutorul programului MathLab R2018b (dezvoltator "The MathWorks").

## Bibliografie

- Aebiom, 2017. European Bioenergy Outlook. European Biomass Association, EU Raport, 264 p.
- Apostol B., Chivulescu S., Ciceu A., Petrița M., Pascu I.S., Apostol E.N., Leca S., Lorent A., Tanase M., Badea O., 2018. Data collection methods for forest inventory: a comparison between an integrated conventional equipment and terrestrial laser scanning. *Annals of Forest Research*, 61(2) : 189–202. <https://doi.org/10.15287/af.2018.1189>
- Bouriaud L., Duduman M.L., Dănilă I.C., Olenici N., Biriș I.A., Ciornei I., Barnoaiea I., Măciucă A., Savin A., Grosu L., Mutu M., Nichiforel L., Bouriaud O., Dănilă G., Avăcăriței D., Roibu C., 2015. How to evaluate the sustainability of short-term cultures for biomass production? An application from NE Romania. *Agric. For.*, 61(4) : 7-22. <https://doi.org/10.17707/AgricFor.2015.61.4.01>
- Chaturvedi A.N., 1998. Plantations as a source of industrial raw material for wood-based industry. În: Damodaran et al. (ed.), *Proceedings of National Seminar on Processing and Utilization of Plantation Timber and Bamboo*, Bangalore, India, pp. 13–19.
- Christersson L., 2006. Plant physiological aspects of woody biomass production for energy purposes. În: Short Rotation Forestry for Industrial and Rural Development. *Proceedings of the IUFRO-ISTS-UHF International Conference on World Perspective on Short Rotation Forestry for Industrial and Rural Development*, Nauni, Solan, India, 7-13 September 2003. Westville Publishing House, pp. 1–7.
- Coșofreț C., Barnoaiea I., Scriban R.E., Dănilă I.C., Duduman M.L., Bouriaud O., 2018. Utilizarea scannerului laser terestru în măsurătorile forestiere: cerințe metodologice și precauții necesare la aplicarea în practică. *Bucovina forestieră*, 18(2) : 137–153. [doi.org/10.4316/bf.2018.014](https://doi.org/10.4316/bf.2018.014)
- Coșofreț C., Dănilă I.C., 2014. Sustenabilitatea culturilor cu specii forestiere cu ciclul scurt de producție pe terenuri din afara fondului forestier: proiectul STRo-MA. *Bucovina Forestieră*, 14(2) : 252-254.
- Cosofret V.C., Ciurla C., Coslovski M.V., Bouriaud L., 2016. Percepții ale proprietarilor cu privire la conversia terenurilor agricole în plantații de plop cu ciclul scurt de producție. *Bucovina For.* 16(1) : 59-71. <https://doi.org/10.4316/bf.2016.005>.
- Dai X., 2021. Novel Methods for Estimating Above Ground Biomass. 2021. PhD Thesis. University of New Brunswick. 135 p.
- Dănilă I.C., Barnoaiea I., Cosofreț C., Bouriaud O., 2021. Terrestrial laser scanner used in short rotation poplar crops for biomass estimation. Case of study in NE part of Romania (methodology aspects). În: Duduman et al. (ed.), *Integrated Management of Environmental Resources Conference*, 29 octombrie 2021, Romania. Editura Universității Ștefan cel Mare, Suceava, pp. 110.
- Dănilă I.C., 2021. Direct Assessment of Biomass Productivity in Short Rotation Forestry (SRF) with the Terrestrial Laser Scanner (TLS). Case of Study in NE Part of Romania (Preliminary Results). *Environ. Sci. Proc.* 3(1) : 93. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-08485>.
- Dănilă I.C., 2019. Cercetări biometrice privind productivitatea clonelor de plop hibrid în culturi cu ciclul scurt de producție din Nord-Estul României. Editura Universității "Ștefan cel Mare" Suceava, p. 225.
- Dănilă I.C., Avăcăriței D., Nuțu A., Savin A., Duduman M.L., Bouriaud O., Bouriaud L., 2016. Productivitatea clonelor de plop hibrid instalate în culturi intensive în nord-estul României. *Bucovina Forestieră*. 16(1) : 73-85. <https://doi.org/10.4316/bf.2016.006>.
- Dănilă I.C., Avăcăriței D., Savin A., Roibu C.C., Bouriaud O., Duduman M.L., Bouriaud L., 2015. Dinamica și caracteristicile creșterii a șase clone de plop hibrid pe parcursul unui ciclu de producție într-o plantație comparativă din Depresiunea Rădăuți. *Bucovina For.* 15(1) : 1–12.
- Dickmann D.I., 2001. An overview of the genus *Populus*. *Poplar Cult. North Am. Part A*(1), NRC Research Press, Ottawa, pp. 1-42.
- Dickmann D.I., Kuzovkina J., 2008. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. În: Isebrands J.G. și Richardson J. (ed.), *Poplars and willows: Trees for society and the environment*,

- CABI, p. 634.
- El Kasmoui O., Ceulemans R., 2012. Financial analysis of the cultivation of poplar and willow for bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 43 : 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.04.006>
- Fan G., Dong Y., Chen D., Chen F., 2020. New Method for Forest Resource Data Collection Based on Smartphone Fusion with Multiple Sensors. *Mob. Inf. Syst.*, 2020, p. 11. <https://doi.org/10.1155/2020/5736978>
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Country progress reports). International Poplar Commission (IPC), Rome, p. 110. [www.fao.org/forestry/ipc/en](http://www.fao.org/forestry/ipc/en).
- IPC, 2012. Publications listed in country progress reports. FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy, p. 86.
- Lindegaard K.N., Adams P.W.R., Holley M., Lamley A., Henriksson A., Larsson S., von Engelbrechten H., Esteban Lopez G., Pisarek M., 2016. Short rotation plantations policy history in Europe: lessons from the past and recommendations for the future. *Food Energy Secur.*, 5 : 125–152. <https://doi.org/10.1002/fes3.86>.
- MEF, 2010. Programul național de împădurire (National Afforestation Programme). Minist. Environ. Romania. [http://www.mmediu.ro/paduri/informatii/17.11.2010\\_\(accesat la data 15.06.2018\)](http://www.mmediu.ro/paduri/informatii/17.11.2010_(accesat%20la%20data%2015.06.2018)).
- Næsset E., Gobakken T., Bollandssås O.M., Gregoire T.G., Nelson R., Ståhl G., 2013. Comparison of precision of biomass estimates in regional field sample surveys and airborne LiDAR-assisted surveys in Hedmark County, Norway. *Remote Sens. Environ.*, 130 : 108–120. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.11.010>.
- Oberthür S., Ott H.E., 1999. The Kyoto Protocol: international climate policy for the 21st century. *Springer Science & Business Media*, p. 59. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-03925-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03925-0_5).
- Pascu I.S., Dobre A.C., Zamfira V., Apostol E., Leca Ș, Pitar D., Apostol B., Chivulescu Ș., Ciceu A., Duro J.G., 2020. Phenological analysis through the use of multi-temporal TLS observations. *Silvic. Cinegetică*, 46, p. 8. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13567031.v1>
- Sandu I., Pescaru V.I., Poiana I., 2008. Clima Romaniei. Ed. Acad. Rom. Bucharest, 368 p.
- Savin A., Avăcăriței D., Dănilă I.C., Duduman M.L., Rotaru-Buzdugan C., 2019. Studiu privind impactul culturilor de plopi hibridi asupra proprietăților solului. *Bucovina For.* 19 : 19–29. <https://doi.org/10.4316/bf.2019.003>.
- Savin A., Trifan O., Covatariu S., Ciurlă C., Bouriaud L., 2014. Influența profunzimii solurilor aluviale asupra biodiversității subterane și a unor caracteristici biometrice în culturi de clone de plopi hibridi: rezultate preliminare. *Bucovina For.*, 14(1) : 60–67.
- Stelian R., 1968. Cercetări privind culturile de plopi și salcie din zona dig-mal. Centrul de documentare tehnică pentru Economia Forestieră, p. 144.
- STRoMA, 2012. Sustainability of short rotation production crops with forestry on land outside the forest. Proj. STRoMA PNII-PT-PC. [http://www.silvic.usv.ro/stroma/index\\_en.php](http://www.silvic.usv.ro/stroma/index_en.php)
- Tănasă I., 2011. Clima Podisului Sucevei—fenomene de risc, implicatii asupra dezvoltării durabile. Teza de doctorat, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava, p. 72.
- Werner C., Haas E., Grote R., Gauder M., Graeff-Höninger S., Claupein W., Butterbach-Bahl K., 2012. Biomass production potential from Populus short rotation systems in Romania. *GCB Bioenergy* 4: 642–653. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2012.01180.x>.

**Abstract. ForCrops - Direct assessment of biomass productivity in short rotation forestry (SRF) with the terrestrial laser scanner (TLS)** is a project funded by the Executive Unit for Financing Higher Education, Research, Development and Innovation (UEFISCDI) through program 1 – Development of the national research and development system, subprogram 1.1. – Human resources (Postdoctoral research project). The main purpose of the project is to estimate the biomass productivity on tree parts in short rotation crops with TLS technology in order to validated allometric equations in the hilly areas from NE Romania. In this regard, the aim is to develop a complete scanning protocol for these crops, increasing the accuracy of biomass estimation, decreasing the effort and time of working in the field, as well as offering to the industry a pragmatic estimation tool.

**Author.** Iulian-Constantin Dănilă - Ștefan cel Mare University of Suceava, Faculty of Forestry, 13 Universității, 720229 Suceava, Romania (iulianandana@usm.ro).