



REVISTA PĂDURILOR

REVISTĂ TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ EDITATĂ DE SOCIETATEA „PROGRESUL SILVIC”

Redactor responsabil:

prof. dr. ing. Stelian Alexandru BORZ

Colegiul de redacție

Membri:

prof. dr. ing. Ioan Vasile ABRUDAN
ing. Codruț BĂLEA
prof. dr. ing. Alexandru Lucian CURTU
conf. dr. ing. Mihai DAIA
dr. ing. Gabriel DUDUMAN
prof. dr. ing. Ion I. FLORESCU
ing. Olga GEORGESCU
acad. prof. Victor GIURGIU
prof. dr. ing. Sergiu HORODNIC
dr. ing. Maței LEȘAN
ing. Dragoș Ciprian PAHONȚU
ing. Liviu PAVEL
dr. ing. Romică TOMESCU

Fotografii copertă:

Copertă față:
Grădina Zmeilor, Sălaj,
© Stelian Alexandru BORZ
Copertă spate:
Valea Vaserului, Maramureș,
© Stelian Alexandru BORZ
Copertă interior:
Păduri amazoniene, Ecuador,
© Gabriela Codrina TIȚĂ

ISSN: 1583-7890

Varianta on-line:

www.revistapadurilor.com

ISSN 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPPO

CUPRINS

(Nr. 3 / 2017)

Diego BURBANO SALAS, Alex GAVILANES MONTOYA, Alfonso BURBANO ARAÚS, Danny CASTILLO VIZUETE, Stelian Alexandru BORZ: Determinarea indicilor ecologici pentru a sprijini conservarea speciilor forestiere în pădurea „Jacarón” 3

Bogdan Ioan TOMA, Florin DINULICĂ: Potențialul truficol al pădurilor de pe Dealurile Târnavelor 13

Alexandru LUPULEASA, Bogdan POPA: Percepția angajatorilor din domeniul administrației silvice asupra pregătirii absolvenților de silvicultură: studiu de caz - județul Suceava 25

Mirel SIHLEANU, Stelian Alexandru BORZ: Testarea unei metode digitale semiautomate de determinare a factorilor de cubaj a lemnului stivuit: posibilități și limitări în utilizarea practică la scară largă 32

Nicolae TALAGAI, Marius CHEȚA: Performanța muncii în operații de manufacturare a fascinelor de salcie pentru aplicații de bioinginerie 42

Comisia de științe silvice a Academiei Române: Profesorul Aurel Rusu la vârsta arborilor seculari 50

Reproducerea parțială sau totală a articolelor sau ilustrațiilor poate fi făcută cu acordul redacției revistei. Este obligatoriu să fie menționat numele autorului și al sursei. Articolele publicate de *Revista Pădurilor* nu angajează decât responsabilitatea autorilor lor.

3 2017

CONTENT (Nr. 3 / 2017)

Diego BURBANO SALAS, Alex GAVILANES MONTOYA, Alfonso BURBANO ARAÚS, Danny CASTILLO VIZUETE, Stelian Alexandru BORZ: Determination of ecological indexes to support the conservation of forest species in “Jacarón” natural forest 3

Bogdan Ioan TOMA, Florin DINULICĂ: Truffle potential in the forests of Târnavelor Hills 13

Alexandru LUPULEASA, Bogdan POPA: Forest administration employers’ perception on forestry graduates’ performance: case study - Suceava county 25

Mirel SIHLEANU, Stelian Alexandru BORZ: Evaluation of a semi-automatic digital method in the determination of conversion factors for stacked wood: possibilities and limitations for use in large scale applications 32

Nicolae TALAGAI, Marius CHEȚA: Work performance in manual manufacturing of willow bundles for bioengineering applications 42

Committee of Forest Sciences of the Romanian Academy: Professor Aurel Rusu at the age of secular trees 50

**REVISTA
PĂDURILOR**

1886

2017

132 ANI

Determination of ecological indexes to support the conservation of forest species in “Jacarón” natural forest

Diego BURBANO SALAS
 Alex GAVILANES MONTOYA
 Alfonso BURBANO ARAÚS
 Danny CASTILLO VIZUETE
 Stelian Alexandru BORZ

1. Introduction

Forest is one of the most important natural resources supporting the economic and social development of Ecuador, therefore it is essential to preserve this ecosystem and to promote its sustainable use (Barrantes *et al.*, 2010). However, in 2008 there was a forest area of approximately 13,028,099 ha in the continental area of Ecuador, while in 2015 this area decreased to 12,876,547 ha (FAO, 2015) pointing out a significant loss of this resource due to deforestation.

Of the total area of forest that covers the ecuadorian territory, it has been estimated that the vast majority corresponds to natural forest (approximately 11,962,000 ha), of which 80% is located in the Amazon region, 13% in the Coastal region and 7% in the Highland region (MAE, 2007). “Jacaron” forest is located in “San Antonio de Pollongo” association, Colta canton, Chimborazo province; it is a cloudy forest containing orchids as epiphytic species, saprophytes on the branches of other plants, shrubs and grasslands on 3800 meters above sea level (Burbano *et al.*, 2015).

On the other hand, the conservation of ecosystems includes the protection of composition, structure and functions of those elements that constitute the biodiversity (Fournier *et al.*, 2017). Biodiversity protection is a complex problem that requires a deep understanding of the relationship between the environment and society in specific geographical areas. In particular, the variety, type and amount of vegetation are relevant indicators in the analysis of the biodiversity for a given ecosystem (Luebert & Becerra, 1998).

Among the tools and methods used to assess the conservation status are inventories, which describe the structure and functions of the vegetation with the aim of depicting its use and management (Álvarez *et al.*, 2006). The characterization of physiognomic properties allows the recognition of the structural complexity while its representation by using

specific formulas summarizes the information into a single value. Such an approach enables also the comparison between the diversity of different habitats or the diversity of the same habitat through time. Therefore, quantitative measures (indexes) are used to characterize the relevance of habitat conservation in protected areas (Suárez & Vischi, 1997). Some of them are described in the following.

1.1. Diversity Indexes

The indexes that incorporate the number of species (s) and the total number of individuals of all species (N) are described in Table 1 (Pla, 2006).

Table 1: Description of diversity indexes

Index	Equation
Gleason	$D_G = \frac{s}{\log N}$
Menhinick	$D_{Mn} = \frac{s}{\sqrt{N}}$

Simpson’s index (Ramírez, 2006) does not consider only the number of species (s) and the total number of individuals (N), but also the distribution of individuals among species (n_i) as described in Equation 1.

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (1)$$

When the sampling has not been done randomly or the data of the entire community was obtained, this index should be calculated using the Equation 2 to get more accurate results.

$$\Delta_s = 1 - \frac{\sum n_i^2}{N^2} \quad (2)$$

1.2. Information Indexes

Shannon index of diversity

Shanon's index of diversity assumes that individuals are selected randomly and that all species are represented in the sample (as in this study) (Ramirez, 2006). It is calculated using Equation 3.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (3)$$

where: $p_i = \frac{n_i}{N}$

Distribution of individuals by species

The last three indexes described above, excepting those of Gleason and Menhinick (Menhinick, 1964) use the species richness and the distribution of individuals among species together. Nevertheless, in some cases, measured separately both of the components are useful. The species richness can be expressed by the number of species while the evenness in the distribution could be expressed with regard to the aggregation of species that provides the maximum diversity for N and s (Casanoves *et al.*, 2011). The greatest diversity occurs when individuals (N) are evenly distributed (each $n_i = N/s$). Therefore, the greatest possible values of the studied indexes will be:

$$D_{smax} = \left(\frac{s-1}{s}\right) \left(\frac{N}{N-1}\right) \quad (4)$$

$$\Delta_{max} = 1 - \frac{1}{s} \quad (5)$$

$$H'_{max} = Ln(s) \quad (6)$$

The evenness of the distribution of N individuals in the species can be expressed as the ratio of the diversity according to the observed data and the rate of maximum diversity (Moreno, 2001; Equations 7-9).

$$E_D = \frac{D_s}{D_{smax}} \quad (7)$$

$$E_\Delta = \frac{\Delta_s}{\Delta_{max}} \quad (8)$$

$$J = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (9)$$

1.3. Indexes and Expressions of Similarity between Communities

Coefficients of community

Coefficients of community (Muñoz *et al.*, 2013) are described in Table 2. These indexes vary between 0 (no common species) and 1 (all species).

Proportional similarity

The abundance of each species in each community can be tabulated as a percentage (Ramirez, 2006).

Table 2: Description of similarity indexes

Coefficient	Equation	Description
Jaccard	$CC_j = \frac{c}{s_1 + s_2 - c}$	s_1 & s_2 - the number of species in communities 1 and 2; c - the number of species common to two communities.
Sorensen	$CC_s = \frac{2c}{s_1 + s_2}$	

Table 3: Importance values

Criteria	Equation	Description
Density (D)	$D_i = \frac{n_i}{A}$	It is defined as the number of individuals per area unit. Where: n_i is the number of individuals of the species i , and A is the sampled area (m^2).
Relative Density (RD)	$RD_i = \frac{n_i}{\sum n}$	Where: n_i is the number of individuals of the species i and $\sum n$ is the total number of individuals of all species.
Frequency (F)	$f_i = \frac{j_i}{k}$	Where: j_i is the number of plots where are the species and k is the total number of plots or transects.
Relative Frequency (RF)	$fR_i = \frac{f_i}{\sum f}$	Where: f_i is the frequency of the species i and $\sum f$ is the total frequency of species.
Coverage (C)	$C_i = \frac{a_i}{A}$	Where: a_i is the sum of the basal areas for each species; it can be considered directly as the diameter at the breast height (DBH).
Relative Coverage (RC)	$RC_i = \frac{C_i}{\sum C}$	Where: C_i is the coverage of the species i and $\sum C$ is the total coverage or basal area of all species.

The percentage of similarity (*PS*) is defined according to Equation 10.

$$PS = \sum RD_{i,min} \quad (10)$$

where $RD_{i,min}$ is the minimal relative density of a species.

The importance value (IV_i) is determined by the sum of three relative measures of a given species i , as shown in Equation 11.

$$IV_i = RD_i + fR_i + RC_i \quad (11)$$

The value of IV_i varies between 0 and 300; by dividing it by 3 a value - importance percentage - is obtained, which ranges between 0 and 100. It provides an overall estimate of the importance of a species within a community (Casanoves, 2011).

In the center of Ecuadorian Highland region, there is a very limited knowledge about existence, diversity, ecological indexes and current status of forest genetic resources; consequently, the degree of deterioration and risks of endemic populations have increased. It is also the goal of the present study to design a mechanism that based on the

inventory of plant species and ecological indexes, to determine which are the priority species of "Jacarón" forest for conservation, due to the lack of diversity data in the study area.

The objectives of this study were set to:

- (i) identifying the importance of forest species within the studied ecosystem;
- (ii) recognizing the similarities between altitudinal belts of the studied ecosystem;
- (iii) interpreting the dasometric parameters (measurements of trees and forest stands as well as the study of the metric laws that govern their evolution).

2. Materials and methods

2.1. Study Area

"Jacarón" forest is located in the Colta Canton, province of Chimborazo - Central Ecuador at UTM coordinates: 734,862.95 X - 9,788,244.89 Y. The average temperature of the area is around 12 °C, relative humidity is of 73% and the annual precipitation ranges from 250 to 1000 mm (Municipipio de Colta, 2013).

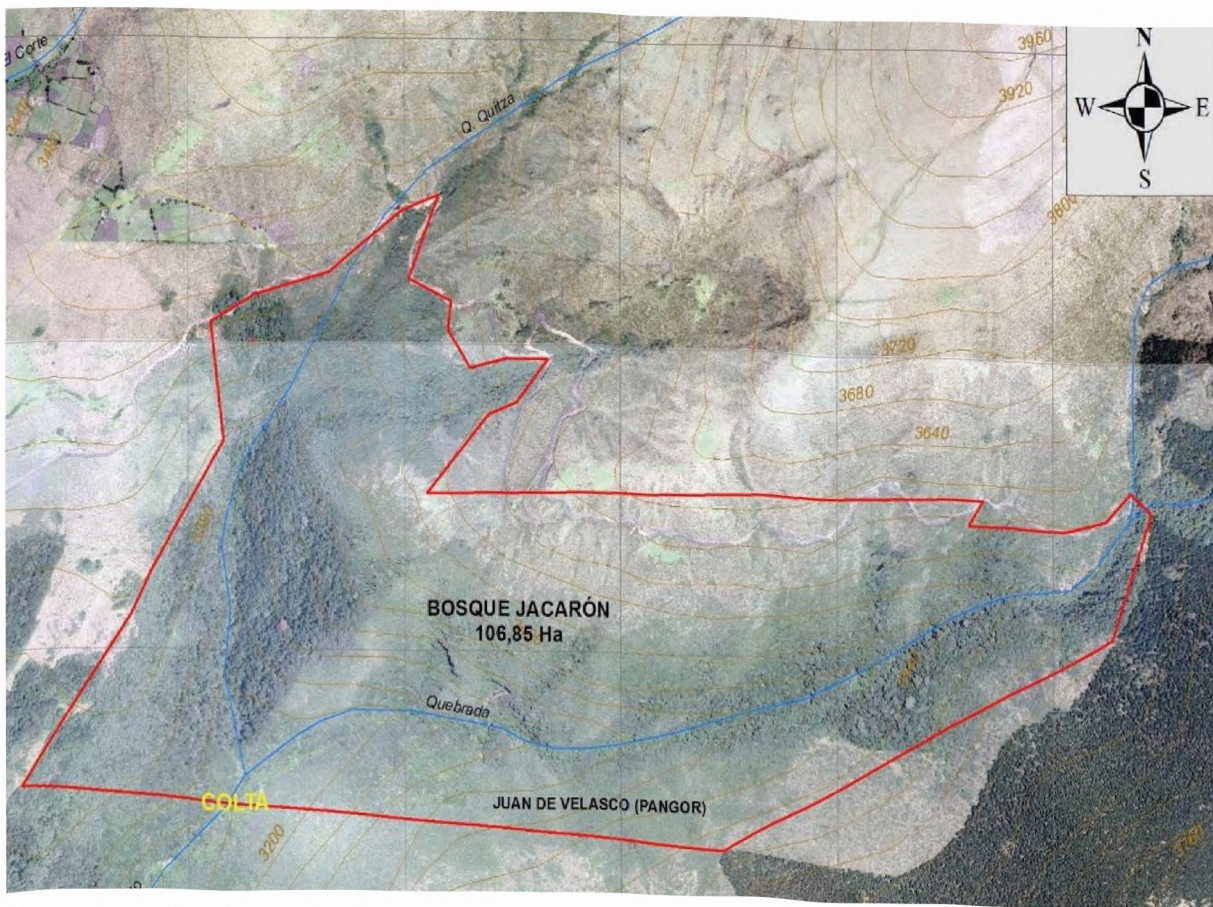


Fig. 1: Area of study

The area covered by the “Jacarón” forest is of 106 ha. The forest is composed of trees as well as of other indigenous species. It is located at an altitude that ranges from 3200 to 3800 meters above the sea level (Burbano *et al.*, 2015).

2.2. The General Approach

The dendrological inventory of “Jacarón” forest ecosystem by Burbano *et al.* (2014) was used as a background and input of this research. It describes the taxonomic characteristics and soil conditions of the existing forest resource in the area. In the area taken into study, 34 native tree species were identified, being distributed in three altitudinal belts. These altitudinal belts were used

to characterize the community for which the ecological indexes were evaluated.

In the field evaluations, the sample plot method was used to collect the data on altitudinal belts. To this end, the “Jacarón” forest was divided into 3 sub zones that corresponded to three different altitudinal belts namely: A (3800 to 3600 m a.s.l.), B (3600 to 3400 m a.s.l.) and C (3400 to 3200 a.s.l.).

Each altitudinal belt was divided in 7 plots of which 4 were randomly selected. The research was carried out on the basis of 12 plots of 1000 m² each, as shown in the simplified scheme (Figure 2), accounting for a sampling area of 1.2 ha (1% of the total Jacaron forest area).

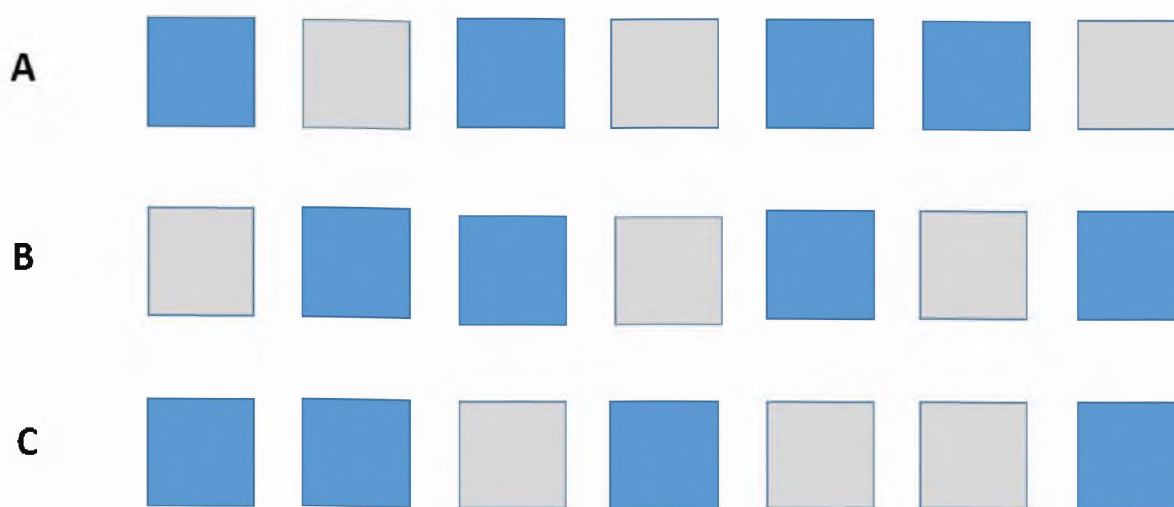


Fig. 2: Description of the field study design. Legend: A, B, C - altitudinal floors; Blue rectangle - selected sample area.

The number of species and individuals of each altitudinal belt was assessed using the information collected in the plots. First of all, the number of trees were counted and registered on paper sheets using a traditional approach that included the recognition followed by consultations with experts.

Then the density (*RD*), coverage (*RC*), and relative frequency (*RF*) were calculated to characterize the species importance value. The diversity was evaluated by calculating some specific indexes such as Menhinick and Gleason’s diversity index (Menhinick, 1964), Simpson’s dominance and diversity index (Ramírez, 2006) and Shannon’s equity index (Ramírez, 2006). Also, the distribution of individuals per species was determined (Valdivia *et al.*, 2017).

3. Results and Discussions

3.1. Diversity Indexes

As a previous step to calculations, the existing vegetation was considered as an expression of the influence of environmental factors. It was assumed that the study area has a reduced surface extension so that it does not consider possible variations due to macro climatic conditions.

For each altitudinal belt (A, B and C), the indexes of Gleason and Menhinick were calculated based on the total number of individuals and the identified species (Table 4). According to Gleason (D_G) index, values less than 2 are characterizing areas of low diversity and values greater than 5 are indicative of high biodiversity (Pla, 2006). For the Menhinick index (D_{Mn}), values above 1

stand for a high richness in the analysed sample. Therefore, the three analysed altitudinal belts have a high diversity or richness.

The measurement, design and characterization of plots allowed to verify the results of the study area because there are no similar studies. In the top altitudinal belt (A), 24 native species were found. They are better adapted by genetic conditions, edaphic, climatic and geological position (Burbano *et al.*, 2015). In the middle belt (B), 28 forest species were found, (18 of them were present also in belt A); they were more vigorous as a response to better ecological conditions in their niches. In the belt C, 27 species were identified. This community presented the highest population density of individuals per species, due to climatic conditions and eco-social factors (Table 4).

Table 4: Number of species and individuals

Altitudinal belt	S	N	D_G	D_{Mn}
A	24	358	9.397	1.268
B	28	341	11.055	1.516
C	27	421	10.289	1.316

For the Simpson index (Table 5), the values are sensitive to the abundances of one or two of the most frequent species of the community and they can be considered as a measure of the dominant concentration. The value of the dominance is inverse to the evenness.

Table 5: Simpson's index

Altitudinal belt	D_s
A	0.935
B	0.931
C	0.880

Shannon-Wiener (H') index takes value of 0 when there is only a single species in the sample, while H' takes the maximum value when all species are represented by the same number of individuals (Moreno, 2001). Shannon index can take values from 1 to 5 for natural ecosystems (Orellana, 2009); if its value is higher than 3, it means that the characterized area has a huge diversity. Therefore, the three studied altitudinal belts are rich (Table 6).

Proportional similarity

Table 11 shows the data about the number of individuals of each species that allows to calculate

the species relative density in each altitudinal belt (X_i , Y_i and Z_i); the total sum of lower values determines the percentage of similarity between the altitudinal belts (A, B and C). It was calculated as 41.16% for the "Jacarón" forest.

Table 6: Information on dominance indexes

Altitudinal belt	D_{smax}	Δs	Δmax	H'	$H'max$
A	0.961	0.932	0.958	2.851	3.178
B	0.967	0.929	0.964	2.968	3.332
C	0.965	0.917	0.963	2.810	3.296

Pielou's equitability index (J) has values that can vary from 0 to 1, and if the value is close to 1, it means that all species are equally abundant (Pielou, 1969).

Importance value

In Table 12 are shown the values of relative density, relative frequency, relative coverage and the percentage of importance of each forest species because they belong to a single homogeneous area.

In Table 13, according to the results of Pearson correlation, it is demonstrated that representative vegetal species of the forest are contained in each altitudinal belt. On the other hand, in the statistical analysis of this study, species that presented a total number of individuals less than 25 were considered to be small populations, those showing from 26 to 50 individuals were considered to be medium populations and those showing 51 or more individuals were considered to be large populations (Universidad Austral de Chile, 2015).

Table 7: Evenness indexes

Altitudinal belt	ED	$E\Delta$	J
A	0.972	0.972	0.897
B	0.963	0.963	0.891
C	0.911	0.952	0.853

3.2. Similarity Indexes

Community coefficients

The range of values for Jaccard index vary from 0 when there is no shared species between the sites to 1 when the sites have the same composition of species (Moreno, 2001). Also, Sorensen's index ranges from 0, when there are no common species, to 1, when both communities are identical (Sonco, 2013). From this point of view, A and B are relatively similar (Table 8)

while B and C are similar in a smaller proportion (Table 9). Also, belts A and C are similar in a large proportion (Table 10).

Chi squared test was used in Table 14 to evaluate the statistical differences between the categories of DBH (diameter at the breast height).

The results show that a major DBH is always related with a small population, reason for which the conservation should be focused primarily to this group.

Table 8: Similarity between altitudinal belts A and B

Altitudinal belt	si	C	CCj	CCS
A	24	18	0.529	0.692
B	28			

Table 9: Similarity between altitudinal belts B and C

Altitudinal belt	si	C	CCj	CCS
B	28	18	0.486	0.655
C	27			

Table 10: Similarity between altitudinal belts C and A

Altitudinal belt	si	C	CCj	CCS
A	24	18	0.545	0.706
C	27			

Table 11: Proportional similarity between altitudinal belts ** PS = 41.16%

N°	Common name	Scientific name	A		B		C	
			N	Xi %	N	Yi %	N	Zi %
1	Arrayan (female)	<i>Eugenia hallii</i>	38	0.61	7	2.05	23	5.46
2	Arrayan (male)	<i>Eugenia myrtiloides</i>	2	0.56	17	4.99	0	0.00
3	Carrón	<i>Barnadecia arborea</i>	0	0.00	0	0.00	10	2.38
4	Cashca	<i>Cynanchun stenospira</i>	8	2.23	2	0.59	2	0.48
5	Cedrillo	<i>Ruagea hirsuta</i>	2	0.56	4	1.17	3	0.71
6	Colca	<i>Brachyotum ledifolium</i>	5	1.40	5	1.47	0	0.00
7	Cuharita	<i>Freziera canescens</i>	2	0.56	4	1.17	4	0.95
8	Chigmay	<i>Ilex sp.</i>	34	9.50	6	1.76	3	0.71
9	Chumbil	<i>Myrsine coriácea</i>	0	0.00	24	7.04	31	7.36
10	Guala	<i>Miconia crocea</i>	25	6.98	8	2.35	6	1.43
11	Jiguerón	<i>Aegiphylla ferruginea</i>	11	3.07	3	0.88	16	3.80
12	Jigua babosa	<i>Ocotea sp.</i>	0	0.00	7	2.05	3	0.71
13	Jalo	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	0	0.00	9	2.64	2	0.48
14	Laurel	<i>Myrica pubescens</i>	0	0.00	14	4.11	0	0.00
15	Llungay	<i>Tristerix longibracteatus</i>	3	0.84	7	2.05	0	0.00
16	Mucoquero	<i>Polymnea arborea</i>	11	3.07	7	2.05	14	3.33
17	Palo hueso	<i>Acradenia euodiimorfis</i>	0	0.00	0	0.00	6	1.43
18	Pilche	<i>Anagallis arvensis</i>	5	1.40	6	1.76	11	2.61
19	Piray	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	21	5.87	8	2.35	9	2.14
20	Platuquero	<i>Styloceras lauricifolium</i>	24	6.70	7	2.05	15	3.56
21	Pumamaqui (female)	<i>Oreopanax sp.</i>	35	9.78	33	9.68	32	7.60
22	Pumamaqui (male)	<i>Oreopanax aequadorensis</i>	0	0.00	0	0.00	4	0.95
23	Puzzu	<i>Tournefortia scabrida</i>	13	3.63	6	1.76	3	0.71
24	Quinual	<i>Polylepis reticulata</i>	0	0.00	48	14.08	62	14.73
25	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	32	8.94	12	3.52	9	2.14
26	Roble	<i>Symplococcus sp.</i>	24	6.70	14	4.11	15	3.56
27	Romerillo	<i>Podocarpus oleifolius</i>	20	5.59	16	4.69	52	12.35
28	Samal	<i>Rapanea depends</i>	0	0.00	0	0.00	6	1.43
29	Sauce	<i>Clethra fimbriata</i>	6	1.68	4	1.17	8	1.90
30	Sanguisel	<i>Acradenia euodiimorfis</i>	4	1.12	7	2.05	0	0.00
31	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	3	0.84	6	1.76	0	0.00
32	Tarqui	<i>Hedyosmum scabrum</i>	25	6.98	50	14.66	64	15.20
33	Tabalbo	<i>Verbesina brachypoda</i>	5	1.40	0	0.00	0	0.00
34	Wirawira	<i>Weinmannia pinnata</i>	0	0.00	0	0.00	8	1.90

Table 12: Importance value

N°	Common name	Scientific name	RD %	Rf %	RC %	IV _i %	IV %
1	Tarqui	<i>Hedyosmum scabrum</i>	12.41	12.52	9.53	34.46	11.49
2	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	4.73	4.77	17.92	27.42	9.142
3	Pumamaqui (female)	<i>Oreopanax avicenniifolius</i>	8.93	9.01	8.29	26.23	8.743
4	Romerillo Azuceno	<i>Podocarpus oleifolius</i>	7.86	7.92	9.65	25.43	8.476
5	Quinual	<i>Polylepis reticulata</i>	9.82	9.09	2.62	21.53	7.177
6	Roble	<i>Symplococcus sp</i>	4.73	4.77	9.73	19.23	6.411
7	Arrayan (female)	<i>Eugenia halli</i>	6.07	4.05	5.72	15.84	5.281
8	Jiguerón	<i>Aegiphylla ferruginea</i>	2.68	2.70	10.07	15.44	5.148
9	Platuquero	<i>Styloceras lauricifolium</i>	4.11	4.14	4.11	12.36	4.119
10	Chumbil	<i>Myrsine coriácea</i>	4.91	4.95	2.08	11.95	3.982
11	Guala	<i>Miconia crocea</i>	3.48	3.51	4.93	11.93	3.976
12	Arrayan (male)	<i>Eugenia myrtelloides</i>	1.70	3.78	3.51	8.99	3.00
13	Piray	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	3.39	3.42	1.96	8.77	2.924
14	Chigmay	<i>Ilex sp.</i>	3.84	3.87	0.66	8.37	2.79
15	Mucoquero	<i>Polymnea arborea</i>	2.86	2.88	2.07	7.81	2.60
16	Puzzu	<i>Tournefortia scabrida</i>	1.96	1.98	0.63	4.57	1.523
17	Pilche	<i>Anagallis arvensis</i>	1.96	1.98	0.58	4.52	1.507
18	Cashca	<i>Cynanchun stenospira</i>	1.07	1.08	1.55	3.71	1.235
19	Sauce	<i>Clethra fimbriata</i>	1.61	1.62	0.20	3.43	1.143
20	Wirawira	<i>Weinmannia pinnata</i>	0.71	0.72	1.62	3.06	1.02
21	Laurel	<i>Myrica pubescens</i>	1.25	1.26	0.13	2.64	0.879
22	Carrón	<i>Barnadecia arborea</i>	0.89	0.90	0.53	2.32	0.775
23	Jalo	<i>Hesperomeles ferrugine</i>	0.98	0.98	0.30	2.27	0.756
24	Sanguisel	<i>Acradenia euodiimorfis</i>	0.98	0.98	0.23	2.19	0.731
25	Colca	<i>Brachyotum ledifolium</i>	0.89	0.90	0.28	2.07	0.69
26	Llungay	<i>Tristerix longebracteatus</i>	0.89	0.90	0.13	1.93	0.643
27	Cuharita	<i>Freziera canescens</i>	0.89	0.90	0.09	1.88	0.628
28	Jigua babosa	<i>Ocotea sp</i>	0.89	0.90	0.09	1.88	0.626
29	Cedrillo	<i>Ruagea hirsuta</i>	0.80	0.81	0.19	1.80	0.601
30	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	0.80	0.81	0.12	1.73	0.578
31	Samal	<i>Rapanea depends</i>	0.54	0.54	0.36	1.44	0.479
32	Palo hueso	<i>Acradenia euodiimorfis</i>	0.54	0.54	0.04	1.12	0.373
33	Tabalbo	<i>Verbesina brachypoda</i>	0.45	0.46	0.06	0.96	0.321
34	Pumamaqui (male)	<i>Oreopanax aequadorensis</i>	0.36	0.36	0.00	0.72	0.24
			100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

Table 13: Correlation of number of trees from each altitudinal belt with the total number of trees

Parameters	Correlation value	p
N° tress of A	0.562	= 0.001
N° tress of B	0.903	< 0.001
N° tress of C	0.900	< 0.001

Table 14: Categories of the average DBH of forest species in relation to the DBH categories of the total population

DBH categories	Small pop.	Medium pop.	Large pop.	p
≤ 5 cm	9	0	0	0.008
> 5 cm	10	8	7	
Total	19	8	7	

4. Conclusions

This study was shaped on the application of quantitative indexes to evaluate the importance value of endemic vegetation from “Jacarón” forest, that will further contribute to its conservation. Also, this paper complements the study of Burbano *et al.* (2014) by an interpretation of the main dasometric parameters of this native forest.

Another contribution of this study is that related to the way on how to treat the collected data in ecological inventories by using the information to compare different altitudinal belts. In this study the altitudinal belts were identified in terms of diversity and similarity for three ecologically homogeneous segments (A, B and C).

To this end, the main finding of this study is that the “Jacarón” forest is characterized by a high biodiversity, judging by the indexes of Gleason (D_G) and Menhinick (D_{Mn}). The value of Simpson index shows that there are abundant species. *Hedyosmum scabrum* is the species with the greatest number of individuals, but also *Polylepis reticulata* and *Oreopanax avicenniifolius* are represented in a meaningful way. The results of Shannon-Wiener’s index, Pielou’s index and comparisons of similarity of altitudinal belts demonstrate that the studied area is rich and all of the representative species are distributed in all of the studied altitudinal belts. *Hedyosmum scabrum*, *Buddleja incana*, *Oreopanax avicenniifolius*, *Podocarpus oleifolius* and *Polylepis reticulata* have higher importance values and therefore they present a greater interest for conservation within the analyzed arboreal community because they are native trees that provide to people of the surrounding some ecosystem services, like provision and regulation.

Acknowledgements

The authors would like to thank to the Chimborazo Provincial Directorate of the Ministry of Environment (MAE), as well as to the members of “San Antonio de Pollongo” Association, Colta, which supported the implementation of this study. This study was supported by: “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” (Ecuador), “Universidad Mayor de San Marcos” (Peru) and Doctoral School of the Transilvania University of Braşov (Romania).

References

Álvarez, M., et al., 2006: *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Barrantes, G., et al., 2010: *El Bosque en el Ecuador: Una visión transformada para el desarrollo y la conservación*. Ecuador.

Burbano, A., Apugllón, S., Burbano, D., 2015: *Inventario dendrológico del ecosistema de bosque Jacarón, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,

Metalúrgica y Geográfica, vol. 17, no 34.

Casanoves, F., Pla, L., Di Rienzo, J., 2011: *Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Costa Rica.

Food and Agricultural Organization of United States (FAO), 2015: *Paquete de Informe sobre los bosques 2015: Ecuador*.

Fournier, F. Stefano, J., 2017. *Caída de hojarasca y tasas de descomposición de las hojas de Vochysia guatemalensis en una plantación de 10 años*. Agron, Costa Rica. Costarricense 29: 9-16.

Herrera, A., 2000: *La clasificación numérica y su aplicación en la ecología*. Instituto tecnológico de Santo Domingo. 88p.

Luebert, F., Becerra, P., 1998: *Representatividad vegetal del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Snaspe), Chile*. Ambiente y Desarrollo, 16: 62-69.

Margalef, R., 1969: *El ecosistema pelágico del Mar Caribe*. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, vol. 29, p. 32-36.

Margalef, R., 1995: *Ecología*: 1-951. Omega, Barcelona, Spain.

Menhinick, E., 1964: *A Comparison of Some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects*. Ecology, Vol. 45, No. 4., pp. 859-861.

Moreno, C., 2001: *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana. Venezuela.

Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2007: *Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental*, Ecuador.

Municipio de Colta, 2013: *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. GAD Municipal de Colta, Ecuador.

Muñoz, F., Muñoz, C., Uribe, M., Martín, M., Molina, M., Herrera, M., Álvarez, J., Martín, J., 2013: *Composition, structure and diversity of populations of Nothofagus glauca located in the Mediterranean zone of Chile*. Gayatana Bot. Vol 70. N 0. Concepción.

Orellana, J., 2009: *Determinación de índices de diversidad Florística Arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta*. Cochabamba, Colombia.

Pielou, E., 1969: *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience. John Wiley & Sons, New York. VIII + 286 S., 32 Abb., Preis 140 s.

Pla, L., 2006: *Diversidad: Inferencia basada en*

- el índice de Shanon y la riqueza*. INCI v.31 n.8 vol.62 no.1-4
Caracas.
Sonco, R., 2013: *Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz, Bolivia*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Ramírez, A., 2006: *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Rodríguez, M., Álvarez, S., Bravo, E., 2001: *Coefficientes de asociación*. Plaza y Valdés S.A. México.
- Suárez, S., Vischi, N., 1997: *Caracterización fisonómico-estructural de vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina)*. Universidad Austral de Chile, 2015: *Manual de procedimientos de muestreos de biomasa forestal*. Instituto Forestal, Chile.
- Schiegel, B., Gayoso, J., Guerra, J., 2000: *Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial*. Proyecto FONDEF D8I1076, Chile.
- Valdivia, J., Ventura, A., Plascencia F., Hernández, P., 2017: *Es la reforestación una estrategia para la rehabilitación de bosques de pino?*. Mexico. vol.38, no.1, p.55-66. ISSN 0717-9200.
- Soler, P., Berroterán, J., Gil, J., Acosta, R. 2012: *Importance value index, diversity and floristic similarity of woody species in three ecosystems of the llanos centrales of Venezuela*. *Agronomía Trop.*

Diego BURBANO-SALAS

Professor, Faculty of Sciences, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
Riobamba 060150, Ecuador, Tel. +593 995805066, Fax. +593 (03)2317-001,
dburbano@esepoch.edu.ec

Alfonso BURBANO-ARAÚS

Professor, Faculty of Engineering, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba 060150, Ecuador,
Tel. +593 983337874., aburbano@unach.edu.ec

Alex GAVILANES-MONTOYA

Professor, Faculty of Sciences, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
Riobamba 060150, Ecuador, Tel. +593 984761535, Fax. +593 (03)2317-001,
a_gavilanes@esepoch.edu.ec

Danny CASTILLO-VIZUETE

Professor, Faculty of Natural Resources, Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Riobamba 060150, Ecuador, Tel. +593 987712497, Fax. +593 (03)2317-001,
danny.castillo@esepoch.edu.ec

Stelian Alexandru BORZ

Professor, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Braşov,
Romania, Tel. +40 742042455,
stelian.borz@unitbv.ro

Determination of ecological indexes to support the conservation of forest species in “Jacarón” natural forest

Abstract.

Ecological indexes were determined by dendrological inventories of three altitudinal belts of the “Jacarón” forest to provide information on the criteria for its conservation. The analysis of data such as density, frequency and dominance, allowed to determine the importance value index of each species in the analyzed community. In addition, the following indexes were calculated: specific richness of Menhinick and Gleason, dominance of Simpson, evenness of Shannon-Wiener, and the similarity

coefficients to know the diversity of vegetation. The indexes values showed that there is a good distribution of species in the area. Also, the community does not have dominant species in particular and therefore the diversity is greater meaning that there is an equitable and homogeneous formation. The representative forest species are: *Hedyosmum scabrum* and *Buddleja incana*.

Keywords: *forest species, ecological indexes, diversity, conservation*

Determinarea indicilor ecologici pentru a sprijini conservarea speciilor forestiere în pădurea „Jacarón”

Rezumat.

În acest studiu s-au determinat indicii ecologici caracteristici pentru trei etaje altitudinale ale pădurii „Jacarón” prin aplicarea de inventarieri dendrologice în scopul furnizării de informații cu privire la criteriile necesare pentru conservarea acesteia. Analiza datelor prin indicatori precum densitatea, frecvența și dominanța a permis determinarea indicelui de importanță specific fiecărei specii din comunitatea analizată. În plus, s-au obținut indicii lui Menhinick și Gleason, Simpson, Shannon-Wiener, precum și indicii de similitudine, distribuția pe specii și distribuția la nivel de comunitate pentru a cunoaște diversitatea vegetației. Valorile indicilor au arătat că există o bună distribuție pe specii în zona analizată. De asemenea, comunitatea analizată nu a fost caracterizată de specii dominante în special, prin urmare diversitatea este mai mare. Printre speciile forestiere reprezentative se numără *Hedyosmum scabrum* și *Buddleja incana*.

Cuvinte cheie: *specii forestiere, indicatori ecologici, diversitate, conservare*

Potențialul truficol al pădurilor de pe Dealurile Târnavelor

Bogdan Ioan TOMA
Florin DINULICĂ

1. Introducere

Vânătoarea de trufe este, fără doar și poate, cel mai incitant subiect al valorificării resurselor vegetale. Obiectul acestuia, adevărate diamante ale solului, a prilejuit de la confruntări pasionale la abordări științifice profesioniste - dovadă pentru acestea din urmă, excelenta recentă monografie de la Springer (Zambonelli *et al.*, 2016). Pentru publicul larg, media, avidă ca de obicei de senzațional, prezintă subiectul prin lentila câștigurilor fabuloase din comercializarea acestor produse, recoltate din flora spontană sau rezultate din culturi - abordarea deformează adesea realitatea pieței de la noi. Pentru trufarii pasionați, recoltarea trufelor înseamnă însă ceva mai mult decât satisfacții materiale. Atracția nestăpânită pentru aceste trofee naturale poate trece dincolo de limita instinctului de conservare.

Recoltarea trufelor este demult obiectul unei activități, ale cărei forme organizate, de breaslă, în Transilvania încep undeva prin secolul al XVII-lea. Filiera trufelor pornește cu căutătorul acestor „comori”, trece pe la comerciantul de trufe și se isprăvește în restaurantele pretențioase. În România cererea de trufe pe piața internă este destul de mică, majoritatea cantităților recoltate luând, ca atâtea alte produse, calea exportului către țări unde consumul acestor produse are tradiție. Principalul destinatar al trufelor românești este Italia. Comerțul cu trufe suferă de pe urma politicilor speculative ale intermediarilor, pentru contracararea cărora a fost creată o *bursă a trufelor*, cu sediul în Italia.

Trufele sunt ciuperci micoritice. Micorizele pot fi create și artificial (Chira și Chira, 2012), așa încât *micosilvicultura* are mari perspective (Savoie și Largeteau, 2011). Cel mai bun exemplu aici sunt plantațiile trufiere, implementate cu succes și în România (Dincă și Dincă, 2014) și care promet beneficii mari unităților silvice care s-ar încumeta la acest demers tehnico-economic.

Valorificarea trufelor prin cultură sau recoltarea din natură este, indiscutabil, o sursă foarte importantă de venit, care *ar putea îmbunătăți*

bilanțul economic al ocoalelor sărace în masă lemnoasă. Este nevoie însă de inițiativă!

2. Localizarea studiului și particularitățile ecosistemelor locale implicate în răspândirea trufelor

Arealul geografic care adăpostește studiul se înscrie în Subcarpații Transilvaniei, Dealurile Târnavelor și aparține bazinului Târnavei Mari, afluent de dreapta al Mureșului. Din motive lesne de înțeles, îndeosebi pentru a asigura securitatea resursei, locațiile studiului nu pot fi desconspirate. Biotopul din perimetrul cercetărilor satisface o mare parte a cerințele climato-edaifice ale mai multor specii de trufe, din genurile *Tuber* și *Choiromyces*.

Relieful local face trecerea de la dealurile doimoale cu înșeuări și gruiurile de la nord de localitatea Șura Mare, la Podișul Hârtibaciului, care este un platou fragmentat în dealuri cu înălțimea de peste 600 m (Badea *et al.*, 1971). În consecință, teritoriul este, din punct de vedere geomorfologic, un ansamblu de versanți ondulați, văi și platururi. Versanții sunt majoritar, parțial însoriți și slab la moderat înclinați. Altitudinea, în medie 560 m, variază de la 460 m la 677 m. Morfologia colinelor a rezultat din dezvoltarea reliefului structural pe seama monocinalului. Sedimentele, de vârstă miocenă, care acoperă fundamentul cristalin al Podișului Transilvaniei alternează marnele, argilele, gresiile și nisipurile (Bunescu *et al.*, 2005). Substratul este friabil și expus proceselor de alunecare pe versant. Pe astfel de substraturi s-au format cambisoluri și luvisoluri, codominante în teritoriu (Bunescu *et al.*, 2005). Pe versanții însoriți și scurți sau umbriți, dar cu rezerve mari de apă, s-au format soluri cu orizont molic.

Climatul, cu veri răcoroase și ierni blânde și umede, integrează influențele transmise de circulația vestică, canalizată pe culoarul Mureșului și de mișcările foehnale de pe culmile Cindrelului. Temperatura medie multianuală, $8.7 \pm 0.7^\circ\text{C}$ la Sibiu, a variat între 6.30 și 10.4°C (Dragotă *et al.*, 2002). Temperatura medie a lunii celei mai calde

este 19.3°C, iar a celei mai reci, -3.7°C (Săraru, 2008). Temperatura medie a aerului la Sibiu a fost destul de stabilă în secolul XX, fără a marca vreo tendință evolutivă (Săraru, 2008). Primul îngheț apare după 10 octombrie, iar ultimul înainte de 20 aprilie. Pe treapta colinară a Depresiunii Sibiu cantumul anual al precipitațiilor depășește 660 mm (Bunescu *et al.*, 2005), din care peste 250 mm vara (Dragotă și Baci, 2008). În istoria îndelungată a stației meteorologice Sibiu nu au fost consemnate luni fără precipitații, chiar dacă lunile secetoase sunt obișnuite (Badea *et al.*, 1971; Dragotă și Baci, 2008). La Sibiu, 143 de zile pe an plouă sau ninge (Dragotă și Geicu, 2008). Deficitul de apă în sol este mic și de scurtă durată - se restrânge la 11 mm în luna septembrie (Țâștea *et al.*, 1961). Rețeaua hidrografică locală este săracă și ca densitate și ca debit. Stratul de zăpadă este persistent (cel puțin 63 de zile pe an - Geicu și Becheanu (2008)) și nu este spulberat de viscol. Sezonul de vegetație, în care cad cca. 400 mm de precipitații pe an, însumează 183 de zile.

Stațiunile sunt de bonitate mijlocie pentru gorun și fag. Biotopul întreține vegetația lemnoasă pe tot cuprinsul Podișului Târnavelor, considerat altădată „țara stejarilor”. Cvercetele sunt amestecuri de goruni *polycarpa* și *dalechampii* cu cer sau uneori gârniță (Bunescu *et al.*, 2005). Versanții însoriți sunt acoperiți de gorunete pure sau amestecuri cu alte foioase, cu precădere carpenul. Interfluviile înalte sunt acoperite de fâgete. Stabilitatea ecosistemică este foarte rar pusă sub semnul întrebării, ca uneori în gorunetele de la Agnita.

Zona adăpostește habitate de: silvostepă eurosiberiană cu stejari, păduri dacice de stejar și carpen, precum și asociații cu fag de tipul *Luzulo-Fagetum*, *Asperulo-Fagetum* sau *Symphyto-Fagion* (***, 2015). Condițiile climato-edafice sunt deosebit de favorabile și pentru cultura viței de vie, care a consacrat Podgoria Târnavelor (Bunescu *et al.*, 2005). Din Podișul Hârtibaciului până la cursul Oltului au fost stabilite o mulțime de situri Natura 2000 (<http://www.natura2000transilvania.ro>).

3. Obiective și metoda de lucru

Lucrările de teren s-au desfășurat în mai multe etape, începând cu anul 2013, și au urmărit: (i) identificarea, cartarea și cuantificarea resurselor și (ii) extinderea resursei prin inocularea de spori în stațiunile potrivite.

3.1. Reperarea resursei

Primul pas în identificarea zonelor cu potențial truficol a constat în localizarea trufelor după: (i) speciile arborescente și arbustive de asocier, (ii) particularitățile stațiunii care favorizează vegetația trufelor (forme de relief, expoziția versanților).

Din zona de căutare au fost excluse arboretele pure de gorun și fag, precum și amestecurile cu pin silvestru. Trufele au fost căutate în arborete cu vârste mai mari de 40 de ani, neparcuse cu lucrări silvotehnice.

Pentru depistarea trufelor au fost întrebuințați doi câini, o femelă rasa brac german, în vârstă de 4 ani, și o femelă de rasă comună în vârstă de 2 ani (Figura 1). Suprafețele mari care urmau a fi parcurse și implicit oboseala, precum și nevoia de identificări cât mai precise au impus folosirea a doi câini, unul fiind insuficient.



1. a.



1. b.

Fig. 1: Instantanee în timpul căutării trufelor

Câinii au fost dresați special pentru găsirea mai multor specii de trufe, fără discriminare. Zonele de căutare au fost extinse treptat. Parcurgerea întregii suprafețe a fondului forestier „la pas” ar fi obosit inutil câinii și ar fi prelungit cercetarea. Căutarea începea în zona lizierei și se extindea treptat în interiorul parcelelor sondate. În arboretele cu suprafețe mici se poate lua în considerare parcurgerea acestora pe diagonală.

Cartarea zonelor cu potențial trufficol a început

la 01.05.2013 și s-a încheiat la 15.12.2013. Pe durata acestei cercetări, zonele în care au fost identificate trufe au fost vizitate la fiecare două săptămâni.

3.2. Identificarea speciilor de trufe

Identificarea speciilor de trufe s-a efectuat microscopic, în timpul sau după descoperirea resursei. S-au luat în considerare criteriile morfologice și organoleptice consacrate (Tabelul 1).

Tabelul: Caracteristici organoleptice de diagnoză a speciilor de trufe din zona cercetărilor (Bielli, 1999; Tudor, 2010; Gerhardt, 2014; Benucci *et al.*, 2016; Merényi *et al.*, 2016; Molinier *et al.*, 2016b; www.trufomania.com)

Caractere de diagnoză	<i>Tuber aestivum</i> Vittad. / trufa de vară, trufa burgundă	<i>Tuber brumale</i> Vittad. / trufa de iarnă	<i>Tuber macrosporium</i> Vittad. / trufa neagră, trufa cu spori mari	<i>Tuber excavatum</i> Vittad.	<i>Choiromyces meandriformis</i> Vittad. / trufa porcească
Morfologia ascofructului	Forma: sferică sau neregulat lobată	Forma: subglobulară, reniformă sau neregulată	Forma: neregulată, lobată sau regulată, subglobulară	Forma: neregulată, lobată, uneori aplatizată, cu cavitate la baza ascofructului	Forma: subglobulară sau lobată Topografie: orificii între cavități
Mărimea ascofructului	Diametru: 2-10 cm Masa: 1 g 1.7 kg	Diametru: 6-41 mm	Diametru: 2-7 cm	Diametru: 1-6 cm	Diametru: 3-12 cm Masa: până la 650 g
Peridia	Culoare: negricioasă Morfologie: negi mari, groși, negri, piramidali sau neregulat poligonali	Culoare: maronie, negru-albăstrui Morfologie: verucozități pentagonale sau hexagonale cu diametrul 1.8±0.4 mm, suprafața peridiei este mai netedă decât la celelalte trufe negre	Culoare: colorație neomogenă, roșiatic-brună la negricioasă Morfologie: verucozități scurte și aplatizate (0.3-0.8 mm, lățime), de diferite forme	Culoare: brun-portocalie (proaspăt), ocru-bruniu (uscăt) Morfologie: tomentos Consistență: tare	Culoare: maronie Rugozitate: glabră, rugoasă
Gleba	Culoare: ocru-deschis, brun-deschis, brun-închis (variază cu vârsta) Structură: cărnoasă, marmorată, cu vine subțiri, meandriforme Consistență: carnea este compactă Gust: nuci Miros: puternic, aromat	Culoare: sepia sau maroniu-gălbui Structură: cu vine albe, rare Miros: incitant sau înțepător	Culoare: gri-marونی, brun-liliachiu, brun-purpuriu Structură: venele interne sunt groase și ramificate, venele externe - întortocheate și albicioase Consistență: compactă, dură Aromă: intensă, ușor picantă Miros: de usturoi	Culoare: brun-ocru, brun-roșcat marmorat cu gălbui Structură: vene externe ramificate radial de la baza ascofructului Miros: uneori de usturoi Gust: slab	Culoare: alb-crem Structură: numeroase vine subțiri, meandriforme Miros: inodor, în stadiul juvenil, foarte puternic, de zbârciog, la maturitate, persistent după uscare Gust: de cașcaval Riscuri alimentare: proprietăți laxative

3.3. Experimentul de diseminare a trufelor

Pentru extinderea resurselor și ameliorarea potențialului lor productiv s-a experimentat diseminarea de spori de la trufa de vară (*Tuber aestivum*) în imediata vecinătate a arboretelor în care au fost găsite astfel de trufe. Lucrările au fost efectuate în două trupuri de pădure, cu stejari și alun, în care nu au fost detectate trufe cu ajutorul câinilor. Modul practicat de diseminare a sporilor constituie o imitație a modului de diseminare naturală, desigur cu depășirea unor bariere fizice.

Materialul seminologic a fost obținut de la trufe recoltate, neconforme cerințelor de calitate pentru comercializare, care prezentau diferite grade de alterare, fizico-chimică sau cauzate de dăunători. Acestea au fost așezate în recipiente de plastic, de unde s-au obținut emulsii de spori. În total a fost procesată o cantitate de 3 kg de trufe de vară neconforme, din care a fost obținută o pastă relativ omogenă.

Trebuie precizat faptul că procesarea excesivă, pentru omogenizarea completă a pastei, prezintă riscul de distrugere a sporilor sau de eliberare prematură a lor din asce. Acest lucru ar putea diminua considerabil eficiența experimentului.



Fig. 2: Eșantioane din recolta de *Tuber aestivum*



Fig. 4: Exemplar recoltat de *Tuber brumale*

Cantității de pastă de trufe astfel obținută i s-a adăugat 10 l de apă, obținându-se aproximativ 12 l de emulsie de spori.

Lucrările premergătoare răspândirii emulsiei de spori au constat în înlăturarea literei în ambele zone de studiu, pe o suprafață de 3×3 m. Acest demers a avut ca scop facilitarea și eficientizarea pătrunderii sporilor în sol. Administrarea emulsiei de spori s-a efectuat după o perioadă de 7 zile consecutive fără precipitații, în vederea unei absorbții eficiente; emulsia a fost aplicată uniform pe suprafața decopertată a solului. După aplicarea emulsiei, litiera a fost reșezată. Experimentul a fost efectuat la data de 20.08.2011.

4. Rezultatele studiului

4.1. Răspândirea resursei

Pe parcursul desfășurării studiului au fost identificate 14 locații și un număr de 5 specii de trufe. O parte din ele sunt surprinse în instantaneele fotografice din Figurile 2-7.

Tuber aestivum a fost cea mai frecventă trufă în teritoriul sondat, fiind identificată în 10 locații, urmată de *Tuber excavatum*, care a fost găsită în 9 locații.



Fig. 3: Eșantioane din recolta de *Tuber uncinatum*



Fig. 5: Exemplare recoltate de *Choiromyces meandriformis*



Fig. 6: Eșantioane din recolta de *Tuber macrosporium*

Trufele sunt specii de micoriză (Figura 8). Pentru cele două specii de trufe (*T. aestivum* și *T. escavatum*), partenerii de micoriză au fost gorunul și carpenul în 8 locații, fagul în 3 locații și teiul cu frunză mică în 2 locații. Și speciile arbus-tive participă la astfel de simbioze cu trufele, mai



Fig. 7: Trufe sortate la clasa de calitate extra, provenite din zona cercetărilor

frecvent alunul, așa cum s-a găsit în 7 locații, dintre care în 5 este gazdă unică. În 3 din cele 10 locații descoperite ale trufeii de vară, în lizieră, asocierile sunt cu porumbarul (*Prunus spinosa*). Micorizele cu cornul (*Cornus sp*) au fost identificate într-o singură locație.



Fig. 8: Exemplificarea legăturii simbiotice cu trufele

Arboretele în care au fost descoperite trufe sunt edificate de următoarele specii arborescente: gorun, carpen, fag (Figura 9).

Tuber brumale prezintă preferință pentru gorunete și amestecuri de gorun cu carpen.



Fig. 9: Arborete în care au fost găsite în mod frecvent trufe

4.2. Observații asupra ecologiei trufelor

Tuber aestivum și *T. excavatum* au fost identificate la altitudini cuprinse între 480 și 540 m. Chiar și în aceeași parcelă, au fost găsite pe gazde diferite și la altitudini diferite. Deci distribuția lor spațială, deși cu oarecare întrepătrunderi, este totuși bine individualizată. În privința reliefului, 7 din cele 10 locații cu trufe de vară sunt pe terenuri cu înclinare ușoară sau pe platouri. Deci, gradul de însoțire a suprafețelor este ridicat. În locațiile cu pantă accentuată, trei la număr, expoziția este nord-vestică.

Tuber brumale a fost găsită în 3 locații, în asociere cu fagul, pe terenuri înclinate, cu expoziție nord-estică și altitudine între 500 și 540 m.

Tuber macrosporum a fost găsită în 2 locații, în asociere cu cornul și fagul, la altitudini mici, pe versanți cu expoziție nordică.

Choyromices meandriformis a fost găsită într-o singură locație, în asociere cu carpenul, pe un versant cu expoziție sudică.

Singurele tipuri de sol din stațiunile cu trufe sunt eutricambosolul, tipic sau stagnic, în 8 din cele 14 locații, și luvosolul, tipic sau stagnic, în restul de 6 locații (Tabelul 2).

Tabelul 2. Caracteristici ecologice ale locațiilor cu trufe

Locația	Speciile de trufe descoperite	Tipul de sol, în conformitate cu amenajamentul	Compoziția arboretului
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
Legendă:	<i>Tuber aestivum</i>	Eutricambosol	Gorun
	<i>Tuber excavatum</i>	Eutricambosol stagnic	Fag
	<i>Tuber macrosporum</i>	Luvosol	Carpen
	<i>Tuber brumale</i>	Luvosol stagnic	Stejar
	<i>Choyromices meandriformis</i>		Tei

În genere nu este o corespondență strictă între tipul de sol, speciile de trufe și speciile lemnoase cu care se asociază. Totuși, se poate remarca că

trufa de vară nu apare pe soluri cu proprietăți stagnice. Locațiile cu trufe sunt edificate în special de gorun în stratul arborescent al vegetației (Tabelul

2). Fagul este o prezență consistentă în arboratele cu trufe în primele 7 locații - jumătate din eșantion. Observațiile în teren asupra distribuției spațiale a speciilor de trufe indică o anumită repartitie altitudinală a acestora, în care *Tuber*

aestivum ocupă versantul superior și interfluviul, *Tuber uncinatum* și *T. excavatum*, versantul mijlociu, iar *Tuber macrosporum* și *T. brumale*, terasele din apropierea cursului de apă (Figura 10).



Fig. 10: Distribuția spațială a speciilor de trufe în jurul unei văi (liniile de culoare indică limita de areal a speciilor de trufe identificate)

4.3. Recolta de trufe

Revenirea în locațiile cu trufe a permis urmărirea în dinamică a producției de trufe (Tabelul 3). În 2013 au fost recoltate 10.3 kg de trufe, în majoritate (88.3 %) trufe de vară. Producțiile mari de trufe au început în august. Cele mai mari cantități

de trufe s-au recoltat toamna (Tabelul 3), maximum fiind atins în luna noiembrie. În fiecare lună de toamnă au fost adunate 2.0-2.7 kg de trufe. Chiar și în decembrie au fost găsite trufe, cum ar fi cele din specia *Tuber brumale*, descoperită numai în această lună (Tabelul 3).

Tabelul 3. Dinamica recoltei de trufe din 2013, în teritoriul sondat

Specia de trufe	Cantități (g) în lunile...								Total specie
	mai	iunie	iulie	august	septembrie	octombrie	noiembrie	decembrie	
<i>T. aestivum</i>	68	168	587	1520	1841	1896	2340	640	9060
<i>T. excavatum</i>	17	26	45	69	58				215
<i>T. macrosporum</i>				48	114	122	83		367
<i>T. brumale</i>								62	62
<i>C. meandriformis</i>						315	243		558
Total lunar	85	194	632	1637	2013	2333	2666	702	10262

Trufele recoltate din primele 5 locații sunt mai mari, au formă mai regulată și sunt de calitate mai bună, în ciuda bonității superioare a stațiunilor din următoarele 9 locații. În primele 5 locații observațiile din teren au indicat însă soluri mai aerisite și cu textură mai grosieră decât în ultimele 9 locații.

4.4. Rezultatele experimentului de diseminare a trufelor

După punerea în aplicare a experimentului de diseminare semi-artificială a sporilor, suprafețele au fost vizitate regulat în sezoanele de recoltare. În anul următor declanșării experimentului, 2012, nu s-au înregistrat producții.

Primul rezultat a fost raportat la data de 30.09.2013, când, în suprafața experimentală 2, a fost găsit un exemplar de *Tuber aestivum* cu diametrul de 4 cm și masa de 33 grame (Figura 11).



Rezultatele au fost compromise de lucrările silvotehnice executate în parcelele unde s-a efectuat experimentul, deschiderea masivului producând insolație la suprafața solului, incompatibilă cu cerințele ecologice ale trufei de vară.



Fig. 11: Instantanee din suprafața experimentală 2, cu prilejul primei recolte de trufe după diseminarea sporilor

5. Discuții și concluzii

5.1. Distribuția spațială și temporală a resurselor de trufe

Cuantumul real al resurselor de trufe exploatare anual în România nu se cunoaște cu precizie mulțumitoare. Comercianții îl apreciază la 6000-8000 kg/an. Această obscuritate se datorează în primul rând renumelui pe care mass-media l-a creat trufelor, ca sursă de îmbogățire rapidă, și care a impus un comportament evaziv al trufarilor față de restul comunității și, mai ales, față de personalul silvic. Interesul generat de media se exprimă în numărul mare de căutători de trufe în țara noastră, apreciat la circa 1100, din care numai 400 sunt profesioniști în sensul unei minime pregătiri de specialitate și afilierii la o asociație de profil. Majoritatea trufarilor amatori recoltează trufe haotic, distrugând zonele cu potențial ridicat.

Pentru evaluarea potențialului de valorificare a ciupercilor ascomicete cunoscute sub numele popular de trufe s-a procedat, în cercetarea de față, la estimarea cantităților de resurse prin inventariere. În anul calendaristic 2013 a fost parcursă cu doi câini experimentați o suprafață totală de 620 ha de fond forestier, situată în subunitatea Podișul Hârtibaciului a Podișului Transilvaniei. Au fost

găsite 10.3 kg de trufe, aparținând la patru specii, care, în ordinea descrescătoare a recoltelor, sunt: *Tuber aestivum*, *Choiromyces meandriformis*, *Tuber macrosporum*, *Tuber excavatum* și *Tuber brumale*. Desigur, cantitățile obținute nu trebuie absolutizate, existând posibilitatea vizitării terenului de alți trufari.

După centralizarea recoltelor s-au constatat:

- distribuția spațială neuniformă a speciilor de trufe și producțiilor lor, care nu urmărește variațiile condițiilor staționale locale;
- frecvența mare a trufei de vară;
- însoțirea trufei de vară cu *Tuber excavatum*, pe gazde diferite și la diferențe de nivel în cuprinsul aceleiași parcele;
- agrearea cambosolului și luvosolului, cu două subtipuri ale lor, dintre care unul cu proprietăți stagnice, care însă nu convin trufei de vară;
- gorunul este specia cea mai frecventă în compoziția arboretelor în care s-au descoperit trufe;
- preferința trufelor pentru terenurile plane sau versanții slab înclinați;
- expoziția versantului nu este relevantă pentru răspândirea trufelor, în condițiile înclinării slabe a terenului;
- calitatea fructificațiilor este legată de unele însușiri ale solului.

Morfologia terenului în stațiunile cu trufă de vară identificate în zona cercetărilor asigură un grad ridicat de însorire, cu toate că au fost găsite și excepții. Temperaturile critice pentru fructificarea acestora sunt în lunile cea mai rece și cea mai caldă (Molinier *et al.*, 2016b). Regimul termic local este favorabil trufei de vară, mai puțin în lunile cele mai friguroase. Precipitațiile sunt, de asemenea, îndestulătoare (Dragotă și Baci, 2008). Trufa de vară acceptă numai o aprovizionare constantă cu apă a solurilor (Dincă și Dincă, 2015), fapt confirmat de înregistrările pluviometrice de la stația meteo Sibiu. Cambosolurile, luvosolurile și substratele sedimentare sunt obișnuite pentru trufa de vară (Robin *et al.*, 2016). Trufele de vară acceptă și soluri cu reacție ușor acidă (Dincă și Dincă, 2015), ceea ce explică prezența lor în luvosoluri (Tabelul 2). Oricum, *Tuber aestivum* este trufa cu cea mai mare plasticitate ecologică (Sánchez *et al.*, 2016), dovadă și arealul larg. În cuprinsul acestui areal populațiile de la noi nu par a se diferenția genetic de populațiile din jumătatea nordică a Europei, împreună cu care formează un grup distinct (Molinier *et al.*, 2016a). Condițiile de vegetație, variabile la scară geografică, se reflectă și în structura proteinelor din conținutul trufelor (Vita *et al.*, 2013).

La scară geografică mică, *Tuber aestivum* este trufa cu cele mai mari producții (Dincă și Dincă, 2012). Fructificațiile trufei de vară se extind mai multe luni pe an; în zonele de optim ecologic, producțiile cele mai mari sunt în septembrie, apoi în noiembrie, pentru a decădea brusc în decembrie; cele mai mici producții sunt în aprilie (Molinier *et al.*, 2016b). În locațiile noastre, recoltele au crescut continuu până în noiembrie (Tabelul 3). Producțiile pot varia însă de la un an la altul, de exemplu în corelație pozitivă cu precipitațiile din lunile de vară și negativă, cu temperatura maximă din aceste luni (Le Tacon, 2016).

Miceliul trufelor de vară are calități fitonicide, prin care îndepărtează complet vegetația. Pe suprafața de sol dezgolită - cunoscută sub numele de „brûlé” (fr.) sau „burn” (en.) - trufele de vară din Spania însumează 975 g pe an (Garcia-Montero *et al.*, 2014).

Trufa de iarnă (*Tuber brumale*) este o prezență rară în stațiunile din studiul nostru (Tabelul 2). Prezența ei este rară în general în Transilvania; mai des a fost găsită în apropiere de Sighișoara (Tudor, 2010). Miceliul ei crește foarte greu: 1,1-1,9

mm/săptămână (Merényi *et al.*, 2016). Regimul termic și de precipitații din zona cercetărilor noastre corespunde și pretențiilor trufei de iarnă - precizate de Merényi *et al.* (2016). Studiile cu markeri genetici au arătat că trufa de iarnă se detașează categoric de toate celelalte tuberacee (Pomarico *et al.*, 2007). În bazinul carpatic (incluzând aici și Câmpia Panonică), recoltarea trufelor de iarnă poate începe în august, dar producțiile cele mai mari sunt așteptate în noiembrie și decembrie (Merényi *et al.*, 2016). În zona noastră am găsit-o în decembrie (Tabelul 3). Tot în bazinul carpatic trufa de iarnă suportă cu bine solurile grele - nu întâmplător am găsit-o pe soluri cu proprietăți stagnice (Tabelul 2) - și preferă carpenul ca partener de simbioză - preferință care se confirmă în locația 10 a studiului nostru (Tabelul 2).

După afirmația lui Benucci *et al.* (2016), trufa neagră cu spori mari (*Tuber macrosporum*) este larg răspândită în România. Este o tuberacee de platouri, versanți inferiori umbriți sau lunci - condiții care corespund într-un total locațiilor în care noi am găsit-o. Față de edafotopurile raportate până acum (Benucci *et al.*, 2016), la noi apare și pe eutricambosoluri. Suportă și solurile compacte în primii 30-60 cm adâncime. Ascocfruitul se maturizează din luna august până în decembrie. Noi am găsit această trufă din august până în noiembrie (Tabelul 3). Trufa cu spori mari nu este atractivă, însă, pentru trufari.

5.2. Ameliorarea potențialului truficolic

Zona cercetată este mediocră sub raportul cantității de resurse de trufe. Ca urmare, extinderea resurselor este de interes, în condițiile în care biotopul local este favorabil trufelor. Experimentul pe care l-am inițiat nu a dus la rezultatele așteptate, dar confirmă posibilitatea inițierii unor producții suplimentare prin inocularea mediului cu spori (Figura 11). Rezultate anterioare au arătat că mediul inoculat este un substrat fertil pentru producții de trufe, cel puțin în condiții controlate (Chira și Chira, 2012).

Privind economic, diseminarea sporilor în solul cu proprietăți favorabile creșterii trufelor este o opțiune mai bună, pentru silvicultori, decât cultura cu puieți micorizați. De exemplu, cultura de alun micorizat generează costuri cu achiziția puieților, amenajarea împrejmuirii și conducerea culturii, care în mediul pădurii sunt mult diminuate. Până la o concluzie mai fermă, este necesară însă continuarea cercetărilor.

Trebuie menționat aici și că extinderea spațială a sporilor de trufă prin transfer la nivel radicular se efectuează pe distanțe foarte scurte și pe durată mare de timp, care limitează eficacitatea acestor metode de ameliorare a potențialului trufficol.

Recomandăm metoda de diseminare semi-artificială a sporilor la refacerea potențialului trufficol în habitatele naturale alterate de recoltarea defectuoasă și excesivă de trufe, cum ar fi cele de la: Rupea, Vânători, Albești, Sighișoara.

Bibliografie

Badea, L., Caloianu, N., Dragu, G., 1971: *Județul Sibiu*. Ed. Academiei RSR, pp. 14-61.

Benucci, G. M. N., Csorbai, A. G., Falini, L. B., Marozzi G., Suriano, E., Sitta, N., Donnini, D., 2016: *Taxonomy, Biology and Ecology of Tuber macrosporum Vittad. and Tuber mesentericum Vittad.* În: Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.): *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, pp. 69-86.

Bielli, E., 1999: *Ciuperci. Cunoașterea, recunoașterea și căutarea celor mai cunoscute specii de ciuperci*. Ed. All Educational, pp. 280-281.

Bunescu, V., Mihai, G., Bunescu, M., Man, I., 2005: *Condițiile ecologice și solurile din Podișul Transilvaniei*. Ed. Academic Press, Cluj-Napoca, 171 p.

Buzzini P., Gasparetti C., Turchetti, B., Cramarossa, M. R., Vaughan-Martini, A., Martini, A., Pagnoni, U. A., Forti, L., 2005: *Production of volatile organic compounds (VOCs) by yeasts isolated from the ascocarps of black (Tuber melanosporum Vitt.) and white (Tuber magnatum Pico) truffles*. Arch Microbiol 184: 187-193.

Chira, D., Chira F., 2012: *Micorizarea puieților forestieri cu specii de Tuber*. Revista de Silvicultură și Cinegetică 31(17), 14-22.

Dincă, M., Dincă, L., 2012: *Recoltarea trufelor*. Revista de Silvicultură și Cinegetică 30(17), 117-121.

Dincă, L., Dincă, M., 2014: *Considerații privind realizarea de plantații truffiere*. Revista de Silvicultură și Cinegetică 34(19), 109-114.

Dincă, M., Dincă, L. C., 2015: *Truffles and soil*. Research Journal of Agricultural Science 47 (3), 44-50.

Dragotă, C., Măhară, G., Grăgănescu, A., 2002: *Tendința de evoluție a temperaturii aerului în Depresiunea Sibiului în contextul teoriei privind încălzirea atmosferică globală*. În: *Lucrările*

Seminarului Geografic *Dimitrie Cantemir*, 21-22, pp. 201-210.

Dragotă, C., Baciuc, M., 2008: *Cantitățile medii lunare și anuale de precipitații*. În: Sandu, I., Pescaru, V. I., Poiană, I., Geicu, A., Căndea, I., Țășteș, D. (coord.): *Clima României*. Ed. Academiei Române, pp. 246-265.

Dragotă, C., Geicu, A., 2008: *Frecvența precipitațiilor*. În: Sandu, I., Pescaru, V. I., Poiană, I., Geicu, A., Căndea, I., Țășteș, D. (coord.): *Clima României*. Ed. Academiei Române, pp. 278-286.

Garcia-Montero L. G., Moreno D., Monleon, V. J., Arredondo-Ruiz, F., 2014: *Natural production of Tuber aestivum in central Spain: Pinus spp. versus Quercus spp. brúles*. Forest Systems 23(2): 394-399.

Geicu, A., Becheanu, V., 2008: *Stratul de zăpadă*. În: Sandu, I., Pescaru, V. I., Poiană, I., Geicu, A., Căndea, I., Țășteș, D. (coord.): *Clima României*. Ed. Academiei Române, pp. 304-315.

Gerhardt, E., 2014: *Der große BLV pilzführer für unterwegs*. BLV Buchverlag, München, pp. 662-665.

Le Tacon, F., 2016: *Influence of climate on natural distribution of Tuber species and truffle production*. În: Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.): *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, pp. 153-168.

Merényi, Z., Varga, T., and Bratek Z., 2016: *Tuber brumale: A controversial Tuber species*. În: Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.): *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, pp. 49-68.

Molinier V., Murat C., Peter M., Gollotte, A., De la Varga, H., Meier, B., Egli S., Belfiori, B., Paolocci, F., Wipf, D., 2016a: *SSR-based identification of genetic groups within European populations of Tuber aestivum Vittad.* Mycorrhiza 26:99-110.

Molinier, V., Peter M., Stobbe U., Egli S., 2016b: *The Burgundy truffle (Tuber aestivum syn. uncinatum): A truffle species with a wide habitat range over Europe*. În: Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.): *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, pp. 33-47.

Pomarico, M., Figliuolo, G. Rana G. L., 2007: *Tuber spp. biodiversity in one of the southernmost European distribution areas*. Biodivers Conserv 16: 3447-3461.

Robin, C., Goutal-Pousse, N., Le Tacon, F.,

- 2016: *Soil Characteristics for Tuber aestivum (Syn. T. uncinatum)*. În: Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.): *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, pp. 211-231.
- Sánchez, S., De Miguel, A. M., Sáez, R., Martín-Santafé, M., Águeda, B., Barriuso, J., García-Barreda, S., Salvador-Alcalde, D. Reyna, S., 2016: *La trufa de verano en la península ibérica: estado actual y potencialidad de cultivo*. ITEA 112 (1), 20-33.
- Savoie, J.-M. Largeteau M. L., 2011: *Production of edible mushrooms in forests: trends in development of a mycosilviculture*. Appl Microbiol Biotechnol 89: 971-979.
- Săraru, A., 2008: *Temperaturile medii lunare, anotimpuale, semestriale și anuale*. În: Sandu, I., Pescaru, V. I., Poiană, I., Geicu, A., Căndea, I., Țâștea, D. (coord.): *Clima României*. Ed. Academiei Române, pp. 142-147.
- Tudor, I., 2010: *Trufele, o afacere profitabilă pe termen lung*. Ed. Nomina Lex, București, pp. 41-60.
- Țâștea, D., Stoenescu, Ș. M., Dissescu, C., Donciu, C., Topor, N., Fetov, V., 1961: *Clima R. P. Romîne*. vol. II: *Date Climatologice*. Institutul Meteorologic, București, pp. 240-247.
- Vita, F., Lucarotti V., Alpi, E., Balestrini R., Mello A., Bachi A., Alessio, M., Alpi, A., 2013: *Proteins from Tuber magnatum Pico fruiting bodies naturally grown in different areas of Italy*. Proteome Science 11:7, 13 p.
- Zambonelli A., Iotti M., Murat, C. (ed.), 2016: *True Truffle (Tuber spp.) in the World: Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. Springer, 436 p.
- <http://www.natura2000transilvania.ro/despre-zona> - site vizitat în 7 februarie 2017.
- <http://www.trufamania.com> - site vizitat periodic începând cu 1 ianuarie 2011.
- ***, 2015: *Planul de Management integrat al Ariilor protejate Hârțibaciu - Târnavă Mare - Olt*, 217 p.

Ing. Bogdan Ioan Toma
tomabogdan.bt@gmail.com

Conf. dr. ing. Florin Dinulică
Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere,
Universitatea Transilvania din Brașov
dinulica@unitbv.ro

Potențialul truficol al pădurilor de pe Dealurile Târnavelor

Rezumat.

Cercetările s-au desfășurat în secvența Podișului Transilvaniei situată între Depresiunea Sibiului și valea Târnavei Mari și au urmărit evaluarea cantitativă a resurselor de trufe și a posibilității de extindere a lor prin diseminare semiartificială a sporilor. În ultimele 8 luni ale anului 2013 au fost parcurse lunar, cu doi câini experimentați, 620 ha de teren, de pe care au fost adunate 10.3 kg trufe aparținând la cinci specii, care în ordinea descrescătoare a recoltelor sunt: *Tuber aestivum*, *Choiromyces meandriformis*, *Tuber macrosporum*, *Tuber excavatum* și *Tuber brumale*. Cele mai mari cantități au fost recoltate în luna noiembrie. Observațiile din teren indică distribuția spațială diferențiată a speciilor de trufe identificate. Trufele au fost descoperite în 10 locații situate la altitudinea cuprinsă între 480 și 540 m, cu expoziții și înclinări ale terenului diverse, cu eutricambosol sau luvosol, uneori stagnic. Trufa de vară nu agreează solurile stagnice. Gorunul și carpenul sunt partenerii locali preferați de trufe pentru simbioză; la acestea se adaugă fagul, teiul cu frunza mică și alunul. În două arborete învecinate cu locații de trufe, dar în care nu au fost găsite trufe, s-au administrat emulsii de spori de la trufa de vară pe suprafețe de sol de 3 m². Primul rezultat al experimentului de diseminare a sporilor a fost consemnat după 2 ani de la încercare. Rezultatele studiului servesc gestionării durabile a resurselor de trufe din Transilvania.

Cuvinte cheie: *Tuber sp.*, *Choiromyces meandriformis*, ecologia trufelor, diseminarea controlată a sporilor

Truffle potential in the forests of Târnavelor Hills

Abstract.

This research has been carried out to quantitatively evaluate the truffle resources as well as the possibilities to extend them by semi-artificial propagation of spores. In the last 8 months of 2013, two experimented dogs were used monthly to explore an area of 620 ha and to harvest truffles (10.3 kg) belonging to five species: *Tuber aestivum*, *Choiromyces meandriformis*, *Tuber macrosporum*, *Tuber excavatum* and *Tuber brumale*. The highest quantities were harvested in November. Field observations indicate the differentiated spatial distribution of the identified truffle species. They were found in 10 locations at altitudes ranging from 480 to 540 m, on various aspects and terrain slopes and soils such as eutricambosols and luvisols (sometimes stagnic). However, *Tuber aestivum* has not been found on stagnic soils. Sessile oak and hornbeam were preferred locally by truffles for symbiosis, along with other species such as beech, lime and hazelnut. In two forests located near the truffle resources were administrated spore (*Tuber aestivum*) emulsions on areas of 3 m². The first results of the propagation experiment were obtained after 2 years. The results of this study may help in the attempt to sustainably manage the truffle resources in Transilvania.

Keywords: *Tuber* sp., *Choiromyces meandriformis*, truffle ecology, controlled propagation

Percepția angajatorilor din domeniul administrației silvice asupra pregătirii absolvenților de silvicultură: studiu de caz - județul Suceava

Alexandru LUPULEASA
Bogdan POPA

1. Introducere

A trecut mai bine de un secol și jumătate de la apariția primei școli cu specific silvic din țara noastră, timp în care sectorul silvic a evoluat, trecând prin numeroase etape și suferind numeroase transformări. Profesia de silvicultor a ținut pasul cu cerințele și evoluția societății, parcurgând atât perioade de progres cât și de declin. În ultimele 3 decenii, sectorul silvic din România a trecut prin schimbări dramatice (Abrudan, 2012), iar în ultimii ani se confruntă, cel puțin aparent, cu provocarea de a răspunde ansamblului cerințelor societății moderne (Palaghianu și Nichiforel, 2016; Popa și Pache, 2016).

Într-o societate ce evoluează continuu, este esențial a cerceta în ce măsură și în ce sens competențele oferite de învățământul superior de resort trebuie adaptate. Nevoia acestor cercetări vine din cerința permanentă de a ști care sunt așteptările angajatorilor și care este percepția acestora asupra pregătirii absolvenților. Cercetarea prezentată în acest articol se încadrează pe această linie și credem că este binevenită acum când, datorită evoluției rapide a societății, par a fi apărut cerințe pentru competențe diferite de cele cu care ne-am obișnuit, dar a căror ignorare are potențialul de a pune sectorul în conflict cu alte sectoare și societatea în ansamblu.

Interesul pentru evaluarea și îmbunătățirea programelor de studiu este justificat nu doar de viteza progresului tehnologic, dar și de problemele pe care le ridică chiar progresul în sine: în plan social, economic, științific și chiar etic. În acest context, la nivel mondial s-au realizat mai multe cercetări legate de învățământul superior silvic. Studii recente au arătat că universitățile din țările Uniunii Europene au lacune semnificative în paleta de competențe abordate, cum ar fi domeniile serviciilor de mediu, bioenergiei, economiei și guvernării (Arevalo *et al.*, 2010a).

Printre motivele apariției acestor lacune au fost identificate: creșterea populației și a bună-stării

ce au determinat creșterea consumului de resurse forestiere (și nu numai), creșterea interesului pentru conservarea biodiversității, schimbările climatice (Vaclay, 2005), etc.

Încă din deceniul nouă al secolului trecut, cercetătorii au semnalat faptul că angajatorii pun accent mai mare pe absolvenții ce au cunoștințe de marketing și au capacitate de a interacționa cu oamenii (Ratnasingam *et al.*, 2013). Fenomenul a fost surprins și foarte bine cercetat și peste ocean cu scopul de a realiza documentele de planificare a activităților educaționale care să rezolve conflictele sectorului silvic cu societatea (Alaric Sample *et al.*, 2000). Studiile de această factură sunt realizate periodic în Statele Unite ale Americii de către Institutul Pinchot (Alaric Sample *et al.*, 2000; Alaric Sample *et al.*, 2015), iar rezultatele sunt o permanentă modernizare și adaptare a învățământului silvic. Ultimul studiu, din 2015, a evidențiat o serie de deficiențe serioase în ceea ce privește însușirea unor competențe din domeniul comunicării (Alaric Sample *et al.*, 2015). La noi în țară, în ciuda interesului manifestat pentru analiza modului în care se desfășoară comunicarea între diferiții factori implicați în sectorul silvic (Drăgoi *et al.*, 2011), nu s-au desfășurat, în ultimii 20 de ani, cercetări care să analizeze în adâncime nevoile producției cu privire la pregătirea tinerilor absolvenți.

În România, apariția unor clivaje societate - sistem silvic s-a produs în ultimii ani inclusiv ca urmare a dezvoltării generale a aspirațiilor socio-economice ale societății (Palaghianu și Nichiforel, 2015; Popa și Pache, 2016). După 1991 când pădurile țării nu au mai fost gospodărite unitar și s-a produs diversificarea tipului de proprietate, în mai multe etape, a urmat o perioadă neclară sub aspect legislativ și instituțional (Abrudan, 2012). În această perioadă, interesul pentru păduri a început să crească, sectorul silvic fiind astăzi în atenția unei palete largi de factori interesați, începând de la investitori din domeniul exploatarei și

prelucrării lemnului și până la organizațiile ce se opun exploatării pădurilor. Gestionarea cu echilibru a acestor interese, de multe ori contrastante, pare să determine necesitatea ca lucrătorii din domeniul silvic să fie nu numai buni profesioniști, dar și buni comunicatori.

Pentru a putea înțelege mai bine care este calea de urmat în ceea ce privește formarea profesioniștilor silvici în acest context, lucrarea analizează diferența dintre importanța ariilor de competență evaluate de personalul silvic și gradul de pregătire al absolvenților pentru sectorul forestier în ariile respective de competență, așa cum este ea percepută de către angajatorii din domeniul administrației silvice din județul Suceava.

2. Aspecte metodologice

Pentru realizarea prezentei cercetări, am folosit metoda anchetei pe bază de chestionar.

Obiectivul principal al acestui chestionar este evaluarea pregătirii absolvenților școlilor superioare de silvicultură din România. Pentru aceasta s-au formulat 2 întrebări ce urmăresc determinarea percepției angajatorilor silvici din administrația silvică în legătură cu importanța unor arii de competență, respectiv gradul de dobândire a acestor competențe de către absolvenții studiilor

superioare de silvicultură. Chestionarul a cuprins și un preambul în care s-au solicitat date privind respondenții: experiență, poziție ocupată în cadrul unității de administrare a fondului forestier, etc.

Prima etapă a cercetării a constat în elaborarea listei ariilor de competență. Plecând de la ariile de competență definite de planurile de învățământ ale celor trei secții de la Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din cadrul Universității Transilvania din Brașov și adăugând arii de competență ce s-au dovedit solicitate de către angajatori rezultând din literatura de specialitate (Alaric *et al.*, 2015), a rezultat o primă variantă a listei de arii de competență ce urmau a fi incluse în chestionar. Această primă variantă a fost supusă atenției câtorva cadre didactice de la Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere cu solicitarea de a face sugestii de modificare și completare. Aceste sugestii și completări au permis elaborarea unei a doua variante a listei.

În urma dezbaterilor în cadrul facultății, la care au participat atât cadre didactice, studenți, doctoranzi, dar și reprezentanți ai angajatorilor au rezultat un număr de 64 de arii de competență, împărțite în 5 categorii: gestionarea pădurii, suport, management și cadru legislativ, probleme actuale și arii de competență generale (Tabelul 1).

Tabelul 1. Arii de competență luate în considerare la efectuarea studiului

Gestionarea pădurii	Sprijin pentru gestionarea pădurilor	Management, cadrul legislativ, IT	Probleme actuale	Arii de competență generale
Botanică	Topografie	Economie forestieră	Reconstrucția ecologică	Etica muncii/ comportament etic
Dendrologie	Colectarea și procesarea datelor în GIS	Managementul întreprinderii forestiere	Conservarea biodiversității	Comunicare eficientă la locul de muncă
Pedologie și stațiuni forestiere	Transporturi forestiere	Marketingul produselor forestiere	Estetica peisajului	Capacitate de a asculta și procesa informații la locul de muncă
Entomologie și Fitopatologie	Construcții forestiere	Managementul fondurilor de vânatoare	Spații verzi	Comunicare eficientă cu clienții sau publicul
Silvicultură	Incendii forestiere	Drept și legislație forestieră	Managementul ariilor protejate	Gândire strategică
Dendrometrie	Aménagement forestier	Administrație silvică	Gestionarea pădurilor comunităților	Gestionarea conflictelor
Împăduriri	Cadastru	Cercetarea științifică	Silvicultură internațională	Dezvoltarea de soluții creative
Vânătoare	Statistică	Ergonomie	Schimbări climatice	Gândire abstractă
Exploatare forestiere	Meteorologie	Cunoașterea sistemului silvic sub aspect birocratic	Specii invazive	Gestionarea unui proces colaborativ
Mecanizarea lucrărilor silvice	Corectarea torenților	IT	Surse alternative de energie	Gestionarea unui proces de participare publică
Drumuri forestiere	Piscicultură/ salmonicultură	Limbi străine	Aspecte internaționale ale silviculturii și industriei forestiere	
Ecologie	Prelucrarea lemnului	Elaborarea unui plan de management	Măsurarea și monitorizarea carbonului	
Zoologie	Produse forestiere	Dinamica comunităților rurale	Recreerea în păduri	
Fiziologia plantelor		Resursele culturale rurale		

A urmat elaborarea și testarea chestionarului, respectiv administrarea acestuia. Cele două întrebări din chestionar solicitau respondenților să evalueze pe o scară de la 1 la 5 importanța celor 64 arii de competență, respectiv gradul de pregătire a absolvenților angajați în ultimii 5 ani în cele 64 arii de competență.

Chestionarul a fost administrat angajatorilor din domeniul administrației silvice din județul Suceava: Direcția silvică Suceava (atât din aparatul central, cât și din cadrul ocoalelor silvice) și ocoalele silvice de regim. Populația țintă a fost constituită de personalul cu funcții de conducere care a avut în subordine absolvenți ai facultăților de resort în ultimii 5 ani. Colectarea datelor s-a făcut atât în mod direct de la fiecare respondent în parte, cât și prin intermediul poștei electronice. Prelucrarea datelor s-a realizat cu ajutorul programului de calcul tabelar MS Office EXCEL.

3. Rezultate

Dintr-o populație țintă estimată la 50 persoane, s-au colectat un număr de 22 chestionare complete. Datorită existenței unor chestionare incomplete, au fost prelucrate la final un număr de 19 chestionare. Mare parte din respondenți au fost foarte interesați de scopul acestei cercetări cooperând atât la completarea chestionarului cât și la interviul structurat ce a însoțit chestionarea.

În Figura 1 sunt reprezentate scorurile medii (de la 1 la 5) întrunite de fiecare din ariile de competență pentru importanța respectivei arii în percepția respondenților, respectiv percepția respondenților cu privire la pregătirea absolvenților în cele 64 arii de competență. Graficul pune în evidență și diferența dintre importanța acordată de către respondenți și aprecierea performanței absolvenților pentru ariile de competență luate în considerare.

Cele mai mari scoruri în ceea ce privește percepția respondenților asupra importanței au fost înregistrate de ariile de competență *Silvicul-*

ură, respectiv *Împăduriri*. Toți respondenții chestionarului au considerat că aceste două arii de competență sunt de importanță maximă. Sunt urmate îndeaproape de *Dendrologie* (4.95), *Amenajament* (4.89) și *Dendrometrie* (4.84), *Gestionarea conflictelor* (4,74), *Exploatarea forestiere* (4,74). La polul opus, competențele considerate de cea mai mică importanță au fost (în ordinea crescătoare a scorului): *Măsurarea și monitorizarea carbonului* (2,47), *Zoologie* (2,68), *Surse alternative de energie* (2,47), *Spații verzi* (2,48), *Estetica peisajului* (2,89), *Resursele culturale rurale* (3,00).

Rezultate foarte interesante se constată la analiza diferențelor dintre scorurile medii acordate pentru importanță și pregătirea absolvenților. În Tabelul 2 sunt redate, cu tot cu scorurile întrunite, ariile de competență pentru care diferențele dintre importanță și pregătire sunt considerate de respondenți ca fiind cele mai mari: prima coloană arată importanța acordată ariei, a doua coloană gradul de pregătire în competența respectivă, iar a treia coloană diferența dintre importanță și pregătire.

Se poate observa că ariile de competență pentru care diferența dintre scorurile pentru importanță și pregătire sunt cele mai mari nu sunt arii de competență specifice sectorului silvic, ci mai degrabă arii de competență intersectoriale, generale: *Gestionarea conflictelor* (diferență 1.4), *Gândirea strategică* (diferență 1,3), *Comunicare eficientă la locul de muncă* (diferență 1,2), etc.

După prelucrarea chestionarelor a mai rezultat faptul că părerile diferă în funcție de experiența respondenților. În Figura 2 sunt prezentate scorurile a 10 arii de competență la care s-au înregistrat cele mai mari diferențe în ceea ce privește percepția asupra importanței la cele două loturi de respondenți cu experiență diferită: personalul cu experiență mai mare a acordat punctaje mai mari la importanță pentru majoritatea ariilor de competență, în comparație cu personalul cu experiență de muncă mai mică.

Tabelul 2. Arii de competență cu diferențe maxime între scorurile pentru importanță și pregătire

Arii de competență	Importanță	Pregătire	Diferență
Gestionarea conflictelor	4.7	3.4	1.4
Gândire strategică	4.5	3.2	1.3
Comunicare eficientă la locul de muncă	4.6	3.4	1.2
Comunicare eficientă cu clienții sau publicul	4.4	3.3	1.2
Amenajament	4.9	3.8	1.1
Entomologie și Fitopatologie	4.5	3.5	1.0
Gestionarea pădurilor comunităților	4.1	3.1	1.0

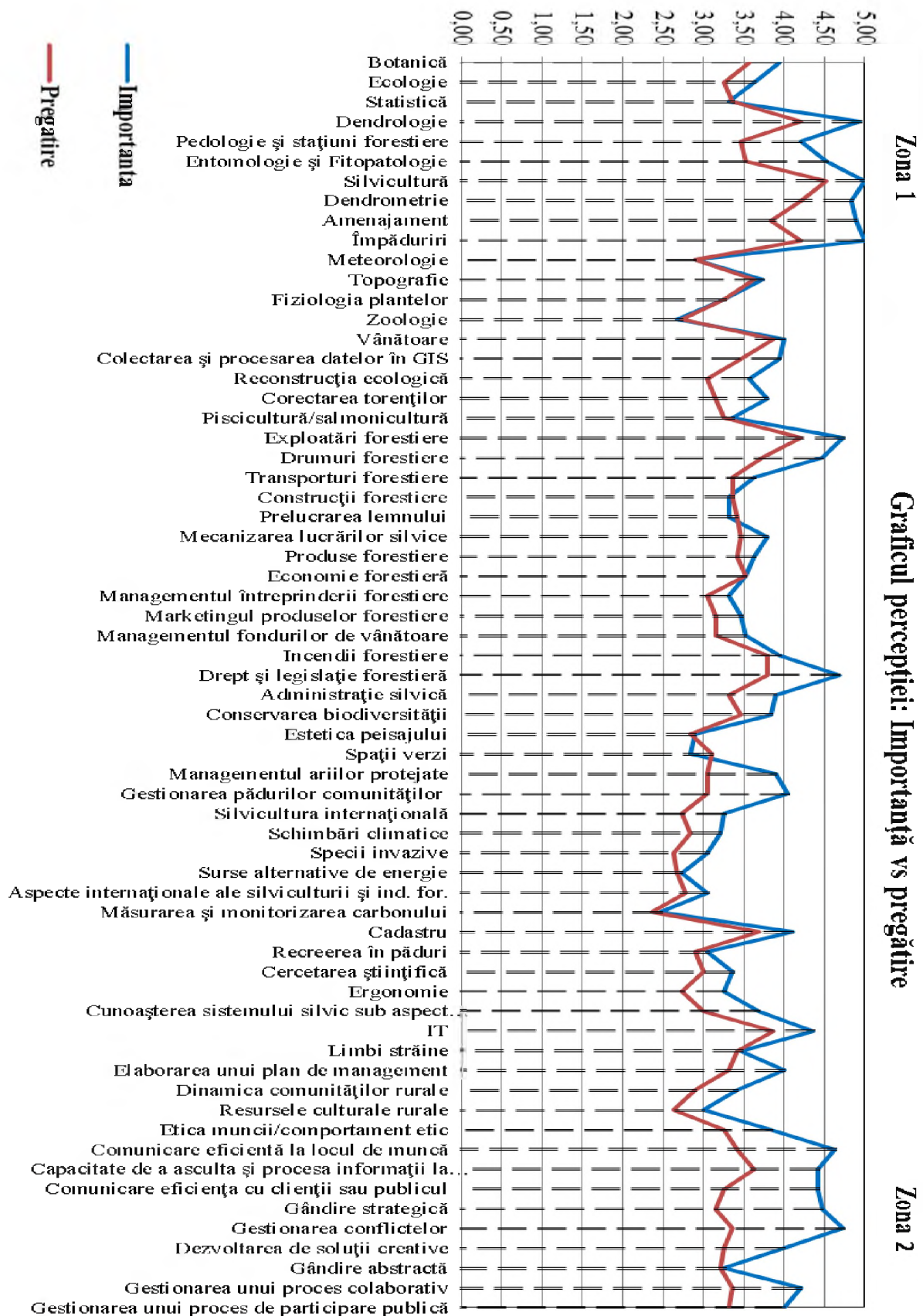


Fig. 1: Scorurile medii ale ariilor de competență, pentru importanța, respectiv nivelul de pregătire al absolvenților

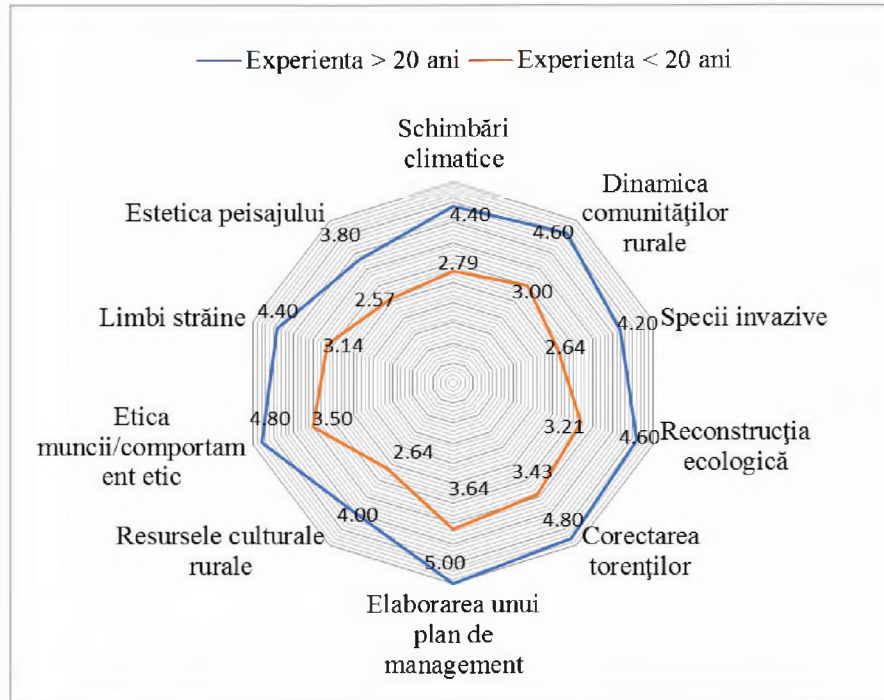


Fig. 2: Diferențele maxime înregistrate în exprimarea importanței ariilor de competență, funcție de experiența de muncă a respondenților

4. Discuții și concluzii

Prezentul studiu s-a realizat în cadrul unei teze de disertație elaborată la Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din cadrul Universității Transilvania din Brașov. Trebuie subliniate din capul locului limitele acestei investigații, care vin din aria sa relativ restrânsă de acoperire. Făcând referire numai la un județ, chiar dacă acesta este unul reprezentativ din perspectiva administrației silvice din România, rezultatele trebuie privite ca fiind capabile să caracterizeze numai aria aferentă.

Principala concluzie este aceea că, la nivelul județului Suceava, pregătirea absolvenților de facultăți de silvicultură nu se ridică la cerințele personalului din administrația pădurilor. Există numeroase arii de competență considerate importante de către personalul din administrația silvică, în care tinerii absolvenți nu sunt considerați ca fiind suficient pregătiți.

În graficul din Figura 1 se pot observa două zone în care diferențele dintre scorurile pentru importanță și pregătire sunt mari: prima zonă - a ariilor de competență clasice, tehnice, incluse în categoria *Gestionarea pădurilor* - și cea de a doua zonă, aceea a competențelor mai puțin specifice pregătirii tehnice din domeniul silvic, grupate în categoria *Arii de competență generale*.

Pe de o parte, faptul că ariile de competență din categoria *Gestionarea pădurilor* au întrunit diferențe mari între scorurile pentru importanță (la rândul lor mari) și pregătire, arată că eforturile depuse pentru educarea tinerei generații de ingineri silvici trebuie întărite. Aceste rezultate nu surprind, existând deja semnale privind scăderea nivelului de pregătire în ariile de competență ce se regăsesc explicit în planurile de învățământ actuale (Abrudan, 2013).

Pe de altă parte a rezultat faptul că respondenții au identificat nevoia îmbunătățirii competențelor din categoria celor generale (gestionarea conflictelor, comunicare, gândire strategică, comportament etic, etc.). Se remarcă astfel importanța mare acordată de personalul din administrația silvică unor arii de competență ce nu se găsesc în prezent în centrul atenției și care se caracterizează tocmai prin caracterul intersectorial specific nevoii de dialog cu societatea și nevoii de înțelegere a cerințelor socio-economice ale acesteia.

Aceste rezultate sugerează o posibilă cauză a clivajelor de comunicare dintre sectorul silvic și celelalte sectoare de activitate sau arii de interes ale societății (Drăgoi și Cîrnu, 2016; Palaghianu și Nichiforel, 2016).

Performanțele limitate ale specialiștilor în ariile de competență generale arată că absolvenții nu

sunt suficient pregătiți să facă față unei relații din ce în ce mai solicitante cu societatea și că dezvoltarea de capacități de comunicare, pe lângă o bună dobândire a cunoștințelor specifice de bază, poate fi cheia adaptării sectorului silvic la noile nevoi ale societății.

Interesant de remarcat este și faptul că diferențele mari rezultate în analiza importanță - pregătire a ariilor de competență generale se regăsesc și în studii similare, cele mai multe realizate la nivel național, în alte țări: Danemarca (Leth *et al.*, 2007), Anglia (Brown, 2003), Brazilia (Alevaro *et al.*, 2010b), Australia (Vanclay, 2007) sau Statele Unite ale Americii (Alaric Sample *et al.*, 2015).

Astfel, printre ariile de competență cu diferențele cele mai mari între scorurile pentru importanță respectiv pregătire, în studiul efectuat de Institutul Pinchot în 2015 (Alaric Sample *et al.*, 2015) sunt: ascultarea eficientă, managementul unui proces colaborativ, gândirea strategică, managementul conflictelor și comunicarea.

Concluziile acestor studii - acelea că trebuie depuse eforturi pentru educarea unor ingineri silvici "society ready" - sunt valabile, se pare, și în cazul României, mai cu seamă în contextul acut descris mai sus.

Desigur, nu trebuie să uităm că, pe lângă noțiunile deprinse în urma studiilor, pentru a fi un silvicultor de calitate este nevoie de devotament și implicare, chiar dacă, de multe ori, acest lucru devine o provocare în situația actuală.

Mulțumiri

Autorii acestui articol doresc să mulțumească Direcției Silvice Suceava din cadrul Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva, precum și ocoalelor silvice de regim de pe raza județului Suceava pentru sprijinul acordat. Fără implicarea venită din partea lor, cercetarea nu ar fi fost posibilă.

Bibliografie

Abrudan, I.V., 2012: *A decade of Non-State Administration of Forests in Romania: Achievements and Challenges*. International Forestry Review, 14(3): 275-284.

Abrudan, I.V., 2013: *Învățământul silvic - prezent și perspectivă*. Conferința educației, București (<http://www.congresuleducatiei.ro/ckfinder/userfiles/files/Ioan%20Abrudan%20SP14.pdf>, accesat la 22 septembrie 2017)

Alaric Sample, V., Ringgold, C. P., Block, N. E.,

Giltmier J. W., 2000: *Forestry Education: Adapting to the changing demand of professionals*. Journal of Forestry, 97(9): 4-10.

Alaric Sample, V., Bixler, R. P., McDounough, M. H., Bullard, S. H., Snieckus, M. M., 2015: *The promise and performance of forestry education in the United States: results of a survey of forestry employers, graduates and educators*. Journal of Forestry, 113(6): 528-537.

Arevalo, J., Pitkänen, S., Gritten, D., Tahvanainen, L., 2010a: *Market relevant competencies for professional foresters in European graduate education*. International Forestry Review, 12(3): 200-208.

Arevalo, J., Jarschel, B., Pitkanen, S., Tahvanainen, L., Enkenbert, J., 2010b: *Differences in forestry students' perceptions across study years in a Brazilian undergraduate program*. Journal of Natural Resources and Life Sciences Education, 39(1): 94-101.

Brown, N., 2003: *A critical review of forestry education*. Bioscience Education, 1(1):1-9.

Drăgoi, M., Cîrnu, M., 2016: *Plata serviciilor ecosistemice: context legal și metode consacrate de evaluare, cu aplicații la păduri*. Bucovina Forestieră, 16(1): 95-106.

Drăgoi, M., Blujdea, V., Popa, B., 2011: *Improving communication among stakeholders through ex-post transactional analysis - case study on Romanian forestry*, Forest Policy and Economics 13: 16-23.

Leth, S., Hjortso, N., Sriskandarajah, N., 2007: *Making the move: A case study in participatory curriculum development in Danish forestry education*. The Journal of Agricultural Education and Extension, 8(2): 63-73.

Palaghianu, C., Nichiforel, L., 2016: *Între percepții și percepte în dialogul despre pădurile României*. Bucovina Forestieră 16(1): 3-8.

Popa, B., Pache, R., 2016: *Conceptul serviciilor ecosistemice - soluție pentru sprijinirea efortului de reglementare a sectorului silvic în România*. Revista Pădurilor, 131(3/4): 41-53.

Ratnasingam, J., Ioraș, F., Vacalie, C., Wenming, L., 2013: *The future of professional forestry education: trends and challenges from the Malaysia perspective*. Notule Botanicae Horti Agrobotanici, 41(1): 12-20.

Vanclay, J. K., 2005: *Achieving quiet revolution in forestry education*. Australian Forest Grower, 28(3): 25-26.

Vanclay, J. K. 2007: *Educating Australian foresters for the 21st century*. International Forestry Review, 9(4): 884 - 891.

ing. Alexandru Lupuleasa
lup.alex@yahoo.com
tel: +40 268 413 000, Fax: +40268 410 525
Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere
Universitatea *Transilvania* din Brașov
Bd. Eroilor nr. 29, 500036, Brașov

prof. dr. ing. Bogdan POPA
popa.bogdan@unitbv.ro
tel: +40 268 413 000, Fax: +40268 410 525
Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere
Universitatea *Transilvania* din Brașov
Bd. Eroilor nr. 29, 500036, Brașov

**Forest administration employers' perception on forestry graduates' performance:
case study - Suceava county**

Abstract.

For elaborating a graduation thesis, a survey covering forest administration employers in Suceava County was implemented aiming to assess the extent to which the forest faculties graduates are covering the skills needed for present professional practice in forest administration. On one hand, the results are revealing the fact that basic technical training in classical areas of competencies is not perceived as proper by the employers in the forest administration. On the other hand, the results are highlighting the shortcomings of cross-sectorial competencies education in forestry education programs. Significant differences between importance and performance in employer's perception may be a signal for continuing the investigations and, eventually, try to determine the necessary changes in the processes of education planning and performing. Results are compared with similar studies done around the world, and discussed in the Romanian context.

Keywords: *forestry, education, importance, performance, competencies*

Percepția angajatorilor din domeniul administrației silvice asupra pregătirii absolvenților de silvicultură: studiu de caz - județul Suceava

Rezumat.

În scopul elaborării unei teze de disertație la Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din cadrul Universității *Transilvania* din Brașov, s-a realizat o analiză asupra percepției angajatorilor din administrația silvică din județul Suceava, asupra gradului în care absolvenții facultăților de silvicultură dispun de abilitățile și competențele necesare pentru practica profesională actuală din administrarea pădurilor. Pe de o parte, rezultatele relevă faptul că pregătirea tehnică de bază specifică ariilor de competență clasice nu este percepută ca fiind adecvată de către angajatorii din administrația forestieră. Pe de altă parte, rezultatele scot în evidență deficiențe în ceea ce privește formarea competențelor intersectoriale în programele de studiu specifice facultăților de silvicultură. Diferențe semnificative între importanță și performanță, ca rezultat al analizei percepției angajatorilor, pot reprezenta un semnal pentru continuarea cercetărilor și, chiar încercarea de a afla care sunt schimbările necesare pentru îmbunătățirea planificării și derulării procesului educativ. Rezultatele sunt comparate cu cele din studii similare realizate la nivel internațional și discutate în contextul sectorului silvic din România.

Cuvinte cheie: *silvicultură, educație, importanță, performanță, competențe*

Testarea unei metode digitale semiautomate de determinare a factorilor de cubaj a lemnului stivuit: posibilități și limitări în utilizarea practică la scară largă

Mirel SIHLEANU
Stelian Alexandru BORZ

1. Introducere

Lemnul reprezintă unul dintre cele mai valoroase produse pe care le pot oferi societății ecosistemele forestiere. Aducerea sa în circuitul economic presupune o serie de modificări ale formei și poziției (Oprea, 2008), ce au rolul de a livra masa lemnoasă în locul, la forma și dimensiunile impuse de beneficiarii direcți sau indirecti.

Pe de altă parte, tranzacțiile de masă lemnoasă se realizează în baza unei documentații ce conține, printre altele, măsuri cantitative și calitative ce caracterizează materialul lemnos tranzacționat. Astfel de documentații au menirea de a asigura conformitatea cantitativă și calitativă a materialului la tranziția de custodie a acestuia. Prin urmare, în vederea valorificării eficiente a materialului lemnos, măsurarea arborilor și a arboretelor a devenit o necesitate încă din cele mai vechi timpuri (Leahu, 1993). Dacă la început preocupările privind cubarea materialului lemnos erau cele strict legate de lemnul rotund fasonat, în timp, cu ajutorul statisticii matematice, a teoriei probabilităților și a teoriei informației s-au dezvoltat tabele dendrometrice ce susțin activitățile de măsurare atât a arboretelor, cât și a elementelor rezultate în urma recoltării lemnului (Leahu, 1993).

Măsurarea arborilor, arboretelor, precum și a produselor rezultate din activitatea de exploatare a lemnului sunt preocupări specifice dendrometriei care, pentru mult timp, a utilizat abordări tradiționale în măsurarea caracteristicilor dendrometrice.

Studii efectuate în domeniu au indicat totuși faptul că pot să apară diferențe relativ mari în diferite aplicații de măsurare, specifice diferitelor activități forestiere. Dvorak *et al.* (2017) au găsit, de exemplu, diferențe semnificative între rezultatele produse de sistemele de măsurare electronice specifice mașinilor multifuncționale de recoltare și rezultatele produse prin aplicarea

metodelor clasice ale dendrometriei (formula lui Huber). La fel, Hohmann *et al.* (2017), au comparat rezultatele obținute prin trei metode de măsurare a lemnului - sistemul electronic al mașinilor multifuncționale de recoltare, metodele clasice (formula lui Huber) și metoda xilometrică - concluzionând că între ele există diferențe evidente.

Luând ca referință metoda xilometrică, autorii au constatat faptul că sistemele electronice ale mașinilor multifuncționale subvaluează masa lemnoasă cu circa 0.5%, dar metodele tradiționale (formula lui Huber) o subvaluează cu aproape 8%.

În ultimul timp, în industria forestieră au intervenit o serie de transformări care au influențat modul de valorificare a produselor lemnoase. În România, cubarea lemnului rotund stivuit este mare consumatoare de timp, iar folosirea unor factori de cubaj nu este oportună, deoarece aceștia sunt estimați pentru sortimente de lemn cu lungimea de 1 metru (Câmpu, 2014).

În practică, de multe ori cunoașterea numai a volumului de steri nu este suficientă. Transformarea metrilor steri în metri cubi se realizează prin intermediul factorului de cubaj care reprezintă raportul dintre volumului real al pieselor așezate într-o figură geometrică și volumul aparent al acestei figuri (Giurgiu, 1974). Acest factor este întotdeauna subunitar, iar transformarea metrilor cubi în steri se realizează prin înmulțirea cu așa-numitul factor de așezare care reprezintă raportul dintre unitate și factorul de cubaj, motiv pentru acesta va fi întotdeauna supraunitar.

De obicei, este de dorit ca lemnul stivuit sub formă de metri steri să fie așezat pe teren orizontal, dar dacă terenul nu este orizontal se admite și stivuirea pe teren înclinat. În aceste cazuri, operațiile de măsurare a lungimii stivelor se realizează pe orizontală. De multe ori lemnul se supraînălță cu 5% pentru a compensa pierderile ce se produc prin uscare și tasare (Giurgiu, 1974).

Mărimea factorului de cubaj este influențată

într-o măsură foarte mare de anumiți parametri de stivuire. În aceeași măsură, acuratețea de estimare a factorului de cubaj este afectată de procedeele care se aplică în măsurători. În principiu, s-au dezvoltat și aplicat mai multe metode de măsurare a lemnului stivuit în vederea determinării factorului de cubaj. Dintre acestea, metoda diagonalelor presupune trasarea unei diagonale pe fața de probă a unei figuri în care sunt așezate lobdele. În acest sens, se marchează cu cretă capetele pieselor care cad de-a lungul diagonalelor. Se măsoară lungimea porțiunilor ocupate și se însumează, apoi se raportează la lungimea totală, iar rezultatul obținut în acest fel reprezintă factorul de cubaj (Giurgiu, 1974).

O altă metodă, dezvoltată și folosită în ultima vreme, denumită metoda suprafețelor presupune măsurarea suprafețelor ocupate de lemn într-o stivă (pe una din fețe) urmată de raportarea suprafețelor cumulate la suprafața totală a stivei. O variantă a metodei presupune utilizarea de programe de calculator de tip CAD și a unor fotografii aduse la scară (Câmpu *et al.*, 2015). Utilizarea acestei metode digitale a produs rezultate promițătoare raportat la cele obținute printr-o metodă de referință - metoda xilometrică. Din păcate, metoda xilometrică, deși considerată a fi una dintre cele mai precise în determinarea caracteristicilor masei lemnoase, este greoaie în implementare deoarece presupune utilizarea unor echipamente speciale, greu de deplasat în teren, prin urmare este preponderent folosită în studii de natură științifică.

Pe de altă parte, metoda suprafețelor aplicată în varianta utilizării de programe CAD consumă resurse mari de timp a căror variație depinde de strategia adoptată în operațiile de digitizare (digitizarea capetelor pieselor vs. digitizarea golurilor din stivă) și de numărul de piese dintr-o stivă (Câmpu *et al.*, 2015).

Datorită consumului ridicat de timp și a limitărilor pe care metodele utilizate curent le au în ceea ce privește estimarea unor parametri de stivuire atât în cazul lemnului rotund cât și în cazul lemnului despiciat, sunt necesare metode noi care să aibă costuri reduse și să furnizeze rezultate acceptabile sub raportul preciziei.

Practica a arătat faptul că posibilitatea utilizării unor programe de calcul în diverse domenii a condus la progrese substanțiale. În prezent, eforturile implicate de măsurarea masei lemnoase

pot fi mult ușurate datorită dezvoltării tehnologiei informației și comunicației, precum și a dezvoltării instrumentelor de măsurat bazate pe senzori. Utilizarea integrată a celor două a condus la creșterea preciziei măsurătorilor și la reducerea necesarului de resurse implicate de activitățile de măsurare. Din acest punct de vedere, fotografia digitală are mai multe avantaje prin ale căror explorare, coroborată cu utilizarea de programe software specializate, se pot obține rezultate remarcabile.

Astfel de tehnologii sunt bine-venite pe fondul problemelor actuale legate de acuratețea necesară și limitele metodelor tradiționale în măsurarea precisă a lemnului.

În lucrările de exploatare a lemnului, pentru a cunoaște cu aproximare volumul și structura dimensională și calitativă a biomasei lemnoase, cunoștințele din dendrometrie sunt esențiale pentru a se ține evidența lemnului de exploatat, precum și pentru controlul modului de folosire a masei lemnoase (Giurgiu, 1974). În aceeași măsură, dendrometria, ca disciplină științifică și preocupare practică, poate face apel la noi tehnici și metode moderne ce au menirea de a simplifica munca. Dezvoltarea unor astfel de metode și tehnici este susținută de dezvoltarea tehnologiei informației ce se află într-un continuu progres.

Pintre dezvoltările relativ recente din domeniu se numără și cele relaționate cu inteligența artificială și capabilitatea unor programe de calculator de a învăța anumite pattern-uri urmând ca acestea să fie utilizate în rezolvarea automată a unor probleme. Astfel de unelte se pot utiliza pentru clasificarea și segmentarea interactivă a unor imagini digitale prin implementarea unei clasificări automate supervizate.

Scopul studiului de față a fost acela de a testa o metodă nouă de estimare a unor parametri de stivuire a lemnului bazată pe fotografia digitală și utilizarea de software gratuit specializat în analiza fotografiilor digitale. Obiectivele lucrării au fost următoarele: (i) de a dezvolta date de referință prin metode cunoscute în estimarea unor parametri de stivuire, (ii) de a aplica metode noi de estimare a unor parametri de stivuire pentru seturile de date de referință și (iii) de a compara rezultatele obținute prin metodele noi cu cele provenite din setul de referință în vederea aprecierii acurateței acestora.

2. Materiale și metode

2.1. Conceptul general

Materialele utilizate în studiul de față au constat din fotografii (10) executate asupra unor stive de lemn de steri. Fotografiile în cauză s-au executat astfel încât să se surprindă variația cauzată de diverși factori, inclusiv modul de așezare a pieselor în stivele de lemn. Fotografiile s-au preluat în mai multe locații (Baia Sprie, Valea Bogății, Întorsura Buzăului, Vama Buzăului, Săcele) prin utilizarea unor camere digitale de înaltă rezoluție. În astfel de situații, este indicată fotografierea perpendiculară pe fața stivei (Câmpu *et al.*, 2017). Totuși, în studiul de față nu s-a ținut cont în mod special de această condiție din mai multe motive printre care și cel legat de necesitatea punerii în evidență a unor potențiali factori care afectează precizia de estimare a factorilor de cubaj. Apoi, chiar conceptul studiului, care a plecat de la ideea folosirii unui set de date de referință pentru toate metodele testate, a făcut inutilă fotografierea cu o precizie ridicată din punct de vedere al perpendicularității. Distanța la care s-a amplasat obiectivul camerei față de stive a fost cuprinsă între 3 și 5 m, iar fotografiile au fost executate după poziționarea unor repere care să delimiteze suprafețe de 1 m².

Prelucrarea fotografiilor s-a realizat prin utilizarea unor programe specifice. În acest sens, s-au utilizat QGis pentru calculul factorilor de cubaj prin metoda suprafețelor (M_{SUP}) și prin metoda diagonalelor (M_{DIAG}), respectiv Ilastik și ImageJ pentru prelucrarea fotografiilor prin metoda clasificării și segmentării supervizate a imaginilor (M_{SEGM}).

S-a pornit de la ideea că, utilizarea metodei clasificării și segmentării supervizate a imaginilor poate să genereze rezultate satisfăcătoare în termeni de acuratețe la determinarea factorului de cubaj pentru stivele de lemn de steri. În acest sens, rezultatele generate de această metodă s-au comparat atât cu rezultatele metodei suprafețelor, metodă considerată a fi metoda de referință, cât și cu rezultatele metodei diagonalelor.

2.2. Metoda suprafețelor

Metoda suprafețelor nu reprezintă un concept nou. Astfel de abordări în determinarea factorilor de cubaj au fost folosite de Câmpu *et al.* (2015) prin utilizarea unui program software de tip CAD.

În studiul de față, metoda suprafețelor a fost utilizată într-o variantă diferită față de cele exis-

tente în studiile efectuate până în prezent. În principiu, reperele de pe fotografiile preluate în teren au fost utilizate pentru aducerea la scară a fotografiilor respective utilizându-se în acest sens funcționalitățile programului QGis. Acesta permite operații de referențiere pe baza unor repere plasate pe fotografii, respectiv a unor elemente vectoriale predeterminate în program. Aceste funcționalități de referențiere au fost utilizate pentru aducerea imaginilor colectate din teren la scară în programul menționat, operație necesară pentru înlesnirea calculului specifice metodei.

Ulterior, s-au calculat parametrii de interes pentru studiul de față prin utilizarea funcționalităților de digitizare ale programului în cadrul metodei luate ca referință - Metoda suprafețelor - M_{SUP} . Conform acestei metode, capetele tuturor pieselor identificabile în pătratul referențiat cu latura de 1 m au fost digitizate cu precizie cât mai ridicată și salvate pe un strat de tip vector (poligon) creat în avans (Figura 1). Apoi, suprafețele corespunzătoare pieselor de lemn s-au însumat pe baza informației conținută în stratul de tip vector și s-au raportat la suprafața de 1 m², obținându-se în acest fel factorul de cubaj specific metodei suprafețelor (FC_{MSUP}). Acest factor de cubaj a fost utilizat ca referință în calculele ulterioare.

2.3. Metoda diagonalelor

Similar metodei suprafețelor, nici metoda diagonalelor (M_{DIAG}) nu reprezintă un concept nou. Astfel de abordări în determinarea factorilor de cubaj sunt cunoscute ca fiind tradiționale în dendrometrie.

Totuși, în studiul de față, această metodă a fost utilizată, de asemenea, cu unele particularități. Prima dintre acestea a constat din faptul că s-a utilizat același program - QGis, și aceleași funcții de referențiere a imaginilor. Apoi, s-au trasat diagonale imaginare, reprezentate în programul QGis de către două linii, unind colțurile fotografiilor de formă pătrată cu suprafața de 1 m² (Figura 2). Lungimile celor două diagonale s-au luat drept referință, urmând ca principiile metodei să se aplice prin măsurarea acelor porțiuni din diagonale ce s-au suprapus pe capetele pieselor de lemn (Figura 2), respectiv lungimea acestora să se raporteze la lungimile diagonalelor pentru a se obține factorul de cubaj (FC_{MDIAG}).

Diferențele procedurale comparativ cu prima metodă în ceea ce privește utilizarea programului QGis au constat din utilizarea unor straturi vector de tip linie în loc de straturi vector de tip poligon.

2.4. Metoda clasificării și segmentării supervizate a imaginilor

Determinarea valorilor factorilor de cubaj prin metoda de clasificare a pixelilor și segmentare a imaginilor - M_{SEGM} a utilizat același set de fotografii ca și în cazul primelor două metode.

Aceste fotografii au reprezentat intrările principale pe baza cărora s-au efectuat determinările. Operațiile de clasificare și segmentare de bază s-au efectuat în programul Ilastik care permite, pe baza instruirii unui algoritm de clasificare, separarea automată a pixelilor în anumite categorii definite de utilizator.

Marele avantaj al acestei abordări constă din timpul redus de instruire, ultima realizându-se pe suprafețe relativ mici ale fotografiei, precum și din posibilitatea utilizării algoritmului învățat de program în clasificarea automată a unor suprafețe de fotografie mari, inclusiv memorarea algoritmului pentru utilizări ulterioare.

În studiul de față s-a dorit extragerea suprafețelor (numărului de pixeli) dintr-o fotografie dată care au fost ocupate de lemn, precum și determinarea ca diferență din suprafața totală (numărul total de pixeli dintr-o fotografie analizată) a suprafețelor reprezentând goluri.

Aceste operații de extragere se realizează pe baza unor proceduri (workflow) specifice ce constau din crearea unui proiect, încărcarea fotografiilor de analizat, stabilirea unor etichete de clasificare (clasificatori), realizarea instructajului prin digitizare, actualizarea interactivă cu previzualizare și segmentarea propriu-zisă (Figura 3).

După prelucrarea fotografiilor cu ajutorul programului Ilastik, acestea au fost încărcate în programul ImageJ care posedă capacități și funcționalități de conversie în format binar (produse caracterizate de două tonalități: alb și negru). Conversia (Figura 3) se realizează prin utilizarea unor comenzi specifice (*Image-Type-RGB-Stack*).

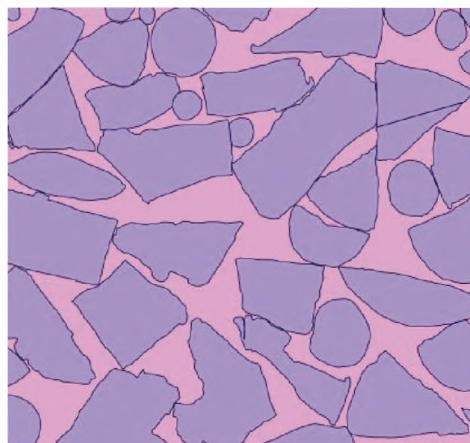


Fig. 1: Principiul și modalitatea de utilizare a metodei suprafețelor în programul QGIS. Stânga - imagine digitizată, dreapta - poligoane obținute

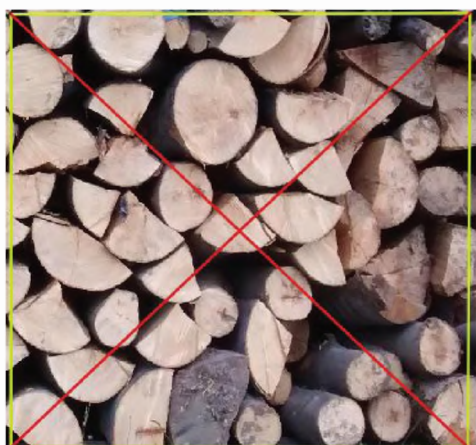


Fig. 2: Principiul și modalitatea de utilizare a metodei diagonalelor în programul QGIS. Stânga - diagonale digitizate, dreapta - capetele pieselor digitizate

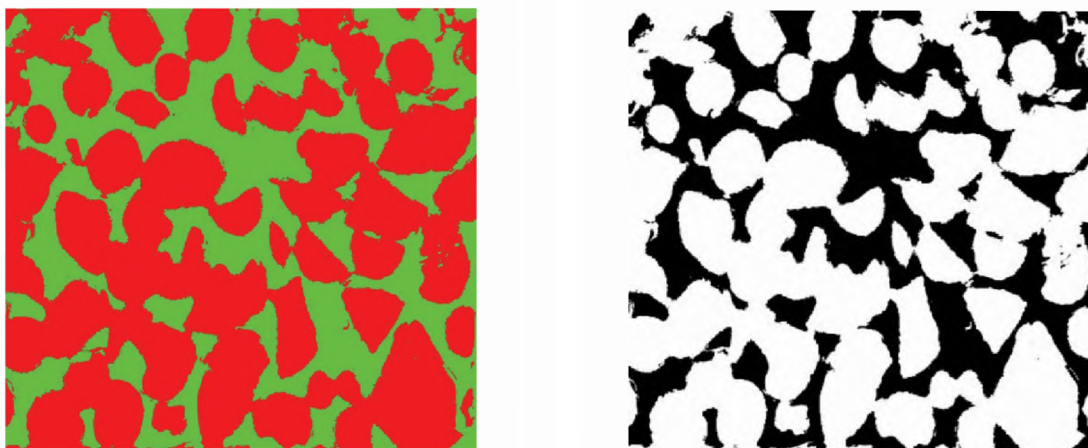


Fig. 3: Rezultate ale clasificării și segmentării cu programul ilastik (stânga) respectiv ale conversiei în format binar cu programul ImageJ (dreapta)

Extragerea informației necesare se poate realiza prin utilizarea întregii suprafețe disponibile a fotografiei sau numai a unor porțiuni din aceasta prin utilizarea unor funcționalități de delimitare disponibile în ImageJ. Extragerea proporțiilor de participare a celor două tonalități s-a realizat prin utilizarea succesiunii de comenzi *Image-Adjust-Threshold* ce generează o interfață de dialog ce conține rezultatul pentru una dintre tonalități, proporția celei de a doua rezultând ca diferență până la 100%. Proporția tonalității caracteristice spațiului ocupat de lemn în fotografie raportată la 100 reprezintă chiar factorul de cubaj (FC_{MSEG}).

2.5. Proceduri de comparare și testare a diferențelor

Prin aplicarea celor trei metode de determinare a factorilor de cubaj au rezultat trei seturi de date specifice fiecărei fotografii analizate.

Factorul de cubaj obținut prin utilizarea metodei clasificării și segmentării supervizate a imaginilor (FC_{MSEG}) a fost comparat cu factorii de cubaj proveniți prin aplicarea primelor două metode pentru a se pune în evidență eventualele diferențe.

Datele comparative s-au întocmit sub formă tabelară prin efectuarea diferențelor dintre metoda de referință și metoda clasificării și segmentării supervizate, respectiv dintre metoda diagonalelor și metoda clasificării și segmentării supervizate.

În acest scop s-au utilizat proceduri de comparație simple, capabile să pună în evidență diferențele dintre rezultatele metodelor. Acestea au constat din efectuarea unor diferențe simple între rezultatele metodelor, precum și din analiza comparativă a unor exemple de fotografii care au generat rezultate bune, respectiv mai puțin bune.

3. Rezultate și discuții

3.1. Factorii de cubaj rezultați prin cele trei metode de calcul

În cazul aplicării metodei suprafețelor, valoarea medie a factorului de cubaj rezultată la nivelul celor 10 fotografii analizate a fost de 0,61405, variind între 0,5706 și 0,6854. Datele de detaliu utilizate în calcularea valorilor sunt redate sintetic în Tabelul 1. Factorul de cubaj ce a rezultat prin aplicarea metodei diagonalelor a variat între 0,4582 și 0,7772, înregistrând o valoare medie de 0,63643. Date sintetice privind rezultatele aplicării acestei metode se prezintă în Tabelul 2. Numărul de piese peste care s-au suprapus diagonalele a variat între 14 și 25 parametru corelat cu lungimile cumulate ale suprapunerilor care au variat între 1,29 și 2,18 m. În medie, aceste lungimi au avut o valoare de circa 1,8 m, valoare ce a corespuns cu un număr mediu de piese suprapuse cu diagonalele de 20.

Rezultatele cu privire la factorul de cubaj calculat prin metoda clasificării și segmentării supervizate a imaginilor se prezintă în Tabelul 3. Prin aplicarea acestei metode a rezultat un factor de cubaj mediu de 0,6202. Din analiza preliminară a celor trei valori medii se constată faptul că valoarea cea mai mare a factorului de cubaj a rezultat din aplicarea metodei diagonalelor, fiind urmată de cea rezultată din aplicarea metodei suprafețelor. Cea mai mică valoare medie a rezultat din aplicarea metodei clasificării și segmentării supervizate a imaginilor.

Totuși, diferența între metoda suprafețelor (considerată metodă de referință în studiul de față) și metoda clasificării și segmentării supervizate a imaginilor a fost destul de mică (circa 6%).

De fapt, în studiul de față, nu s-a urmărit instruirea foarte detaliată a algoritmilor, ci s-a urmărit, mai degrabă, și punerea în evidență a problemelor ce pot să apară în cazul utilizării metodei de clasificare-segmentare a imaginilor.

Prin urmare, în cazul unor stive la care fotografierea se execută perpendicular pe fața vizibilă, iar piesele de lemn nu prezintă defecte și nici nu sunt murdare pe fața supusă fotografierii, rezultatele ce se pot obține prin aplicarea acestei metode sunt destul de precise pentru utilizarea în practică. Chiar dacă piesele sunt murdare pe fața expusă fotografierii, se pot obține rezultate bune prin instruirea suplimentară a algoritmului astfel încât acesta să poată recunoaște aceste zone drept zone acoperite de lemn, aspect care nu a fost tratat în detaliu în studiul de față.

După regula de perpendicularitate a fotografiei, realizarea unor contraste bune între suprafețele acoperite de lemn și cele reprezentând goluri, prezintă o mare importanță. Acestea sunt în măsură să conducă la un grad de recunoaștere a lemnului din stivă mult mai ridicat.

Asigurarea perpendicularității fotografierii pe

stivă este importantă mai ales în cazul lemnului despicat, unde cromatica fețelor pieselor din stivă corespunde cromaticii lemnului în planul despicării, prin urmare pot să apară erori de recunoaștere. În cazul lemnului rotund, situația poate fi mult îmbunătățită datorită faptului că există diferențe de cromă între fețe și ritidom. Pe de altă parte, chiar și în secțiune transversală, există diferențe de culoare între lemn și ritidom, aspect care, dacă nu se tratează adecvat prin instruirea algoritmului de clasificare, poate să conducă la subevaluări. Acesta este și cazul studiului de față care, a luat în considerare la clasificare doar fața reprezentată de lemn, nu și de ritidom. Probabil, în cele mai multe cazuri, diferențele dintre cele două metode, cu subevaluarea sistematică a factorului de cubaj în cazul metodei clasificării și segmentării supervizate, sunt datorate tocmai acestui aspect.

Alte erori pot să provină din acuratețea limitată a generării conturilor pieselor în cazul aplicării metodei suprafețelor, deși s-a încercat o delimitare de precizie ridicată, cu digitizare la nivel de pixel.

Tabelul 1. Calculul factorului de cubaj prin metoda suprafețelor

Nr. Crt.	Fotografia numărul	Suprafața ocupată de lemn (m ²)	Suprafața figurii analizate (m ²)	Suprafața ocupată de goluri (m ²)	Factorul de cubaj	Numărul de piese de lemn identificate
1	1	0,6570	1	0,3430	0,6570	61
2	2	0,6591	1	0,3409	0,6591	63
3	3	0,6554	1	0,3446	0,6554	70
4	4	0,5706	1	0,4294	0,5706	74
5	5	0,6854	1	0,3146	0,6854	53
6	6	0,6418	1	0,3582	0,6418	65
7	7	0,6414	1	0,3586	0,6414	44
8	8	0,6193	1	0,3807	0,6193	49
9	9	0,6406	1	0,3594	0,6406	50
10	10	0,6399	1	0,3601	0,6399	46
Media	-	0,64105	1	0,35895	0,64105	58

Tabelul 2. Calculul factorului de cubaj prin metoda diagonalelor

Nr. Crt.	Fotografia numărul	Lungimea diagonalelor (m)	Lungimea cumulată a porțiunilor din diagonale (m)	Factorul de cubaj	Numărul de piese suprapuse cu diagonalele
1	1	2,83	1,8148	0,6416	22
2	2	2,83	1,7712	0,6262	18
3	3	2,83	2,1983	0,7772	25
4	4	2,83	1,2960	0,4582	17
5	5	2,83	1,8339	0,6483	23
6	6	2,83	1,8335	0,6482	25
7	7	2,83	1,9004	0,6718	14
8	8	2,83	1,9451	0,6876	18
9	9	2,83	1,7415	0,6157	19
10	10	2,83	1,6674	0,5895	19
Media	-	2,83	1,80021	0,63643	20

Tabelul 3. Calculul factorului de cubaj prin metoda clasificării pixelilor și segmentării imaginilor

Nr. Crt.	Fotografia numărul	Factorul de cubaj
1	1	0,6619
2	2	0,6434
3	3	0,6433
4	4	0,5369
5	5	0,5923
6	6	0,6420
7	7	0,5965
8	8	0,5574
9	9	0,5354
10	10	0,6109
Media	10	0,6020

Tabelul 4. Comparația rezultatelor metodelor la nivel de fotografie

Numărul fotografiei	FC_{MSUP}	FC_{MDIAG}	FC_{MSEG}	$FC_{MSUP} - FC_{MDIAG}$
1	0,6570	0,6416	0,6619	0,0049
2	0,6591	0,6262	0,6434	0,0157
3	0,6554	0,7772	0,6433	0,0121
4	0,5706	0,4582	0,5369	0,0337
5	0,6854	0,6484	0,5923	0,0931
6	0,6418	0,6482	0,6420	0,0002
7	0,6414	0,6719	0,5965	0,0449
8	0,6193	0,6877	0,5574	0,0619
9	0,6406	0,6157	0,5354	0,1052
10	0,6399	0,5895	0,6109	0,0290

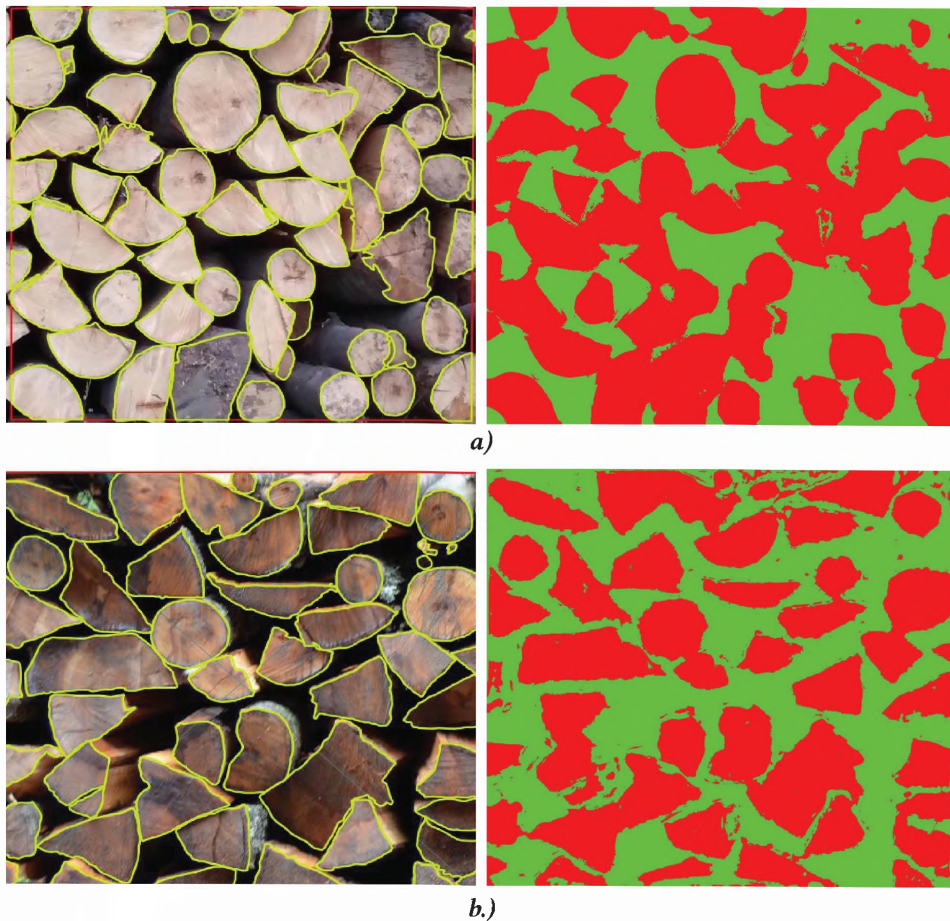


Fig. 4: Comparație vizuală între rezultatele cele mai bune (a) și cele mai rele (b) privind aplicarea metodei suprafețelor (stânga) și a metodei clasificării și segmentării supervizate a imaginii (dreapta)

Implicațiile studiului pentru activitatea practică și pentru știință sunt cele legate, în special, de gradul de utilizare a resurselor și efortului în captarea și prelucrarea datelor. Astfel, în cazul utilizării unui calculator sau dispozitiv de calcul cu caracteristici medii în ceea ce privește puterea de calcul, operațiile de clasificare și segmentare supervizată durează sub 5 minute pentru o singură fotografie (conform testelor efectuate în studiul de față). Adicional, dacă nu există diferență mari de cromatică între seturi de fotografii, în ceea ce privește caracterele urmărite în operațiile de separare, atunci un același algoritm poate fi salvat și utilizat asupra tuturor fotografiilor din set, cu efort minim. Pentru comparare, efortul de digitizare a unor stive conținând între 15 și 95 piese de lemn, prin diverse strategii de digitizare poate să dureze între 10 și 50 de minute pentru o fotografie dată (Câmpu *et al.*, 2015).

Pe de altă parte, stivele de lemn pot să îmbrace uneori varii forme și dimensiuni. De exemplu, în cazul utilizării unor sisteme tehnice de exploatare a lemnului compuse din mașini multifuncționale de recoltare și tractoare forwarder - sistem tehnic specializat pentru recoltarea și colectarea lemnului scurt (Oprea, 2008) - stivele ce rezultă în platformele primare pot să capete înălțimi considerabile deoarece tractoarele forwarder sunt capabile să manipuleze piesele de lemn la astfel de înălțimi (Apăfăian *et al.*, 2017). Situații similare pot fi întâlnite în cazul utilizării instalațiilor cu pilon echipate cu dispozitive de procesare-manipulare, caz în care stivele rezultate pot fi destul de înalte, în special ca efect a doi factori: imposibilitatea mutării instalației până la epuizarea operațiilor de colectare a masei lemnoase pe un culoar dat, respectiv existența unor spații limitate de depozitare în condițiile montării grupurilor de acționare pe drumuri de versant (Borz *et al.*, 2014). În astfel de condiții, utilizarea metodei prezentate în studiul de față poate să conducă la rezultate bune, cu un consum de resurse redus, deoarece printr-o fotografiere adecvată se poate cuprinde întreaga înălțime a stivei.

De asemenea, există multe alte direcții de preocupare științifică și practică în care metode de tipul celei prezentate pot fi utilizate cu succes: identificarea și delimitarea ca suprafață a unor defecte ale lemnului care ar elimina eforturile de calcul tradiționale, colectarea de informație cu privire la vătămrile arborilor ca efect al operațiilor de exploatare a lemnului, cuantificarea numărului de entități dintr-un grup dat de elemente etc.

În vederea testării mai aprofundate a metodei și a validării rezultatelor sunt necesare studii de amploare care să ia în considerare variația factorilor de interes pentru sectorul forestier, în special a celor care prezintă importanță în măsurarea lemnului.

4. Concluzii

Din studiul de față se pot extrage mai multe concluzii după cum urmează:

1.) Metoda testată are capacitatea de a reduce substanțial resursele necesare conducerii de studii în vederea determinării factorilor de cubaj. Astfel de resurse se referă în special la consumul de timp care poate fi redus semnificativ chiar și în cazul analizei unei singure fotografii; în cazul în care cromatică și caracteristicile stivelor de lemn nu diferă substanțial, un același algoritm poate fi extins în analiza mai multor imagini;

2.) Pentru obținerea unor rezultate de acuratețe ridicată trebuie controlați cu strictețe anumiți factori precum: calitatea și rezoluția fotografiilor, asigurarea unei direcții de fotografiere cât mai apropiată de cea perpendiculară, asigurarea existenței unor contraste evidente între capetele pieselor și golurile din stive, respectiv asigurarea unei clasificări de calitate a detaliilor de interes;

3.) Nu în ultimul rând, metoda descrisă poate fi utilizată și în alte domenii de preocupare practică sau științifică de natură forestieră. Utilitatea ei în alte domenii ar trebui evaluată prin studii de viitor.

Mulțumiri

Autorii prezentului studiu doresc să mulțumească colegilor din producție pentru ajutorul oferit în colectarea datelor de teren. Prezentul studiu nu ar fi fost posibil fără suportul logistic al Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov. Parte din datele utilizate și/sau prezentate în acest studiu au fost utilizate pentru elaborarea proiectului de diplomă intitulat „*Testarea unor posibilități moderne de calcul și determinare a unor factori specifici stivelor de lemn*”, elaborat și susținut în vederea obținerii titlului de inginer de către dl. Mirel Sihleanu.

Bibliografie

Apăfăian A. I., Proto, A. R., Borz, S. A., 2017: *Performance of a mid-sized harvester-forwarder system in integrated harvesting of sawmill, pulpwood and firewood*. Annals of Forest Research 60(2): 227-241.

Borz, S. A., Bîrda, M., Ignea, H., Popa, B., Câmpu, V. R., Iordache, E., Derczeni, R. A., 2014: *Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Moutny 4100 tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations*. Annals of Forest Research 57(2): 333-345.

Câmpu, V. R., 2014: *Măsurarea lemnului stivuit*. Ediția Universității Transilvania din Brașov, Brașov, 223 p.

Câmpu, V. R., Dumitrache, R., Borz S. A., 2015: *The impact of log length on the conversion factor of staked wood to solid content*. Wood Research 60(3): 503-518.

Dvorak, J., Natov, P., Chytry, M., 2017: *Comparison of different scaling methods of harvester-processed timber*. Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Series II, 10(59), No. 1: 19-26.

Hohmann, F., Ligocky, A., Frerichs, L., 2017: *Harvester measuring system for trunk volume determination: comparison with the real trunk volume and applicability in the forest industry*. Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Series II, 10(59), No. 1: 27-34.

Leahu, I., 1993: *Dendrometrie*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 374 p.

Giurgiu, V., 1974. *Dendrometrie și auxologie forestieră*. Editura Ceres, București, 692 p.

Oprea, I., 2008: *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Universității Transilvania din Brașov, Brașov, 237 p.

Ing. Mirel SIHLEANU

Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov,
Șirul Beethoven, Nr. 1, 500123, Brașov

Prof. dr. ing. Stelian Alexandru BORZ

Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov,
Șirul Beethoven, Nr. 1, 500123, Brașov
stelian.borz@unitbv.ro

Testarea unei metode digitale semiautomate de determinare a factorilor de cubaj a lemnului stivuit: posibilități și limitări în utilizarea practică la scară largă

Rezumat.

Lemnul reprezintă una dintre cele mai valoroase produse pe care le pot oferi ecosistemele forestiere societății. Pentru recuperarea valorii reale a lemnului în diferitele tranzacții ce se efectuează sunt necesare sisteme de măsurare care să fie ieftine și să producă rezultate de acuratețe. Metodele tradiționale pot furniza rezultate caracterizate de o acuratețe bună, dar implică, din păcate, resurse mari de timp în efectuarea măsurătorilor. Mai multe studii au arătat faptul că diferențele ce pot să apară la cubarea lemnului prin metode tradiționale sunt destul de mari comparativ cu metode precise, considerate de referință. În cazul lemnului stivuit, conversia în volum real se realizează prin aplicarea factorilor de cubaj. Tradițional, aceștia rezultă prin utilizarea unor metode simple menite să ofere acoperirea statistică a măsurătorilor, dar, aplicabilitatea acestora în practică este destul de greoaie, mai ales în cazul în care sunt necesare măsurători de amploare. Studiul de față testează utilitatea și limitele unei metode digitale semiautomate de determinare a factorilor de cubaj - metoda clasificării și segmentării supervizate a imaginilor - pentru lemnul de stivuit de steri. Prin aplicarea acestei metode rezultatele ce se pot obține în termeni de acuratețe a determinării factorilor de cubaj sunt promițătoare, deoarece în studiul de față s-au obținut diferențe de circa 6% între factorii de cubaj obținuți prin această metodă și o metodă de referință, cu subestimarea metodei testate față de metoda de referință, probabil

datorită unui instructaj mai puțin detaliat al algoritmului de recunoaștere, clasificare și segmentare automată. Cu toate acestea, marele avantaj al metodei propuse constă din faptul că rezolvă problemele de determinare a factorilor de cubaj foarte rapid, poate fi utilizată pentru un set mare de date și poate fi extinsă pentru alte tipuri de aplicații specifice sectorului forestier.

Cuvinte cheie: *factori de cubaj, metode, imagine, digital, clasificare și segmentare supervizată*

Evaluation of a semi-automatic digital method in the determination of conversion factors for stacked wood: possibilities and limitations for use in large scale applications

Abstract.

Wood is one of the most valuable products that forest ecosystems may provide to the human society. To fully recover its value, in various transactions are required low-cost yet accurate measurement and scaling systems. Traditional measurement methods can provide accurate results, but their use involves substantial resources. Furthermore, there are several studies that have shown significant differences between the results of traditional wood measurement methods compared to the results provided by very accurate methods. In case of stacked wood, conversion to solid volume is realized by the use of conversion factors. Traditionally, the conversion factors are calculated by using simple methods which are designed to give the statistical confidence of the measurements. Yet, their applicability in large practical applications is often very difficult to implement. This study tests the utility and the limits of a digital semiautomatic method in the estimation of conversion factors - supervised image classification and segmentation method - in the case of stacked wood. The results in terms of accuracy, that can be obtained by the application of this method, are promising. That's because in this study the difference between the results generated by the tested method and those generated by a reference method were of about 6%, probably due to a less detailed training of the classification and segmentation algorithm. Nevertheless, the greatest advantage of the tested method rests in the possibility to use it on large datasets as well as in the possibility to use it in other types of applications as being specific to forestry.

Keywords: *conversion factors, methods, image, digital, supervised classification and segmentation*

Work performance in manual manufacturing of willow bundles for bioengineering applications

Nicolae TALAGAI
Marius CHEȚA

1. Introduction

In general, Romania is characterized as a country having a promising potential in what regards the use of biomass for bioenergy. This comes as a result of biomass resource availability as well as a result of the existing facilities able to convert the raw material into energy (Borz *et al.*, 2013). Part of the raw material is supposed to come from the traditional forestry, a fact that is possible to some extent. Nevertheless, there are serious bottlenecks in what regards the use of forest resources for bioenergy production (Rauch *et al.*, 2015). Some of them are related to the accessibility of the resource as well as to the existing transportation infrastructure.

Meanwhile, one viable alternative is to procure biomass for energy from short rotation cultures. In Romania, such cultures were established relatively recently by using various willow cultivars.

Even nowadays, willow short rotation cultures (WSRCs) are established and managed in order to produce the biomass needed to supply the energy production facilities. Nevertheless, willow cultures are also known to fulfill other functions by providing the raw material for several engineering applications.

The use of willow in several applications, and especially in providing the raw material for energy production, is possible due to the fact that willows exhibit fast growth rates in north-temperate climates (Dickmann, 2006); the characteristic of rapid growth led to the recognition of willow to be among the highest biomass producers in Europe (Weih, 2004).

Once with the development of the concept of ecological engineering and design, as well as with the technology progress, researchers have tried to find and assign new bioengineering applications to different species of forestry interest, including the species of genus *Salix*. The latter are characterized by a high flexibility in terms of intended use, as there were identified several classes of applications in which the characteristics

of willow species may be effectively employed (Kuzovkina and Volk, 2009).

One of the characteristics of WSRCs it is that they can be grown in polluted areas, where traditional food crops should not be grown (Stolarski *et al.*, 2008). They can be also used for other applications such as carbon accumulation and sequestration (Rytter, 2012), phytoremediation of soils by extraction of heavy metals such as Cadmium and Zinc (Hammer *et al.*, 2003) or moderate absorption of Copper and Lead (Jensen *et al.*, 2009). Microclimate regulation in agricultural engineering, as well as the protective structures along the communication infrastructure (Labrecque and Teodorescu, 2005) are among the known applications of WSRCs.

Among the bioengineering applications of willow are the use of live fascines to construct and stabilize riverbanks (Cavaillé *et al.*, 2013), their placement across streambeds (Richet *et al.*, 2017), as well as slope stabilization and enhancement of damaged riparian ecosystems (Li *et al.*, 2006) by using such biological material.

In the river bank construction, some techniques are based on using cuttings, live fascines and brush mattresses to prevent soil erosion and to rehabilitate streambanks; this often enhances the aesthetic value of slopes and contributes to the ecosystem restoration (Liu *et al.*, 2014).

In Romania, short-rotation willow is cultivated mostly by small-scale farmers, on small and dispersed areas (Talagai *et al.*, 2017), especially in the central part of the country (Scriba *et al.*, 2014). While the crops are usually established for energy production, there are some cases in which some of the harvested biomass is used also for bioengineering applications (Talagai and Borz, 2016). Such applications consist of using willow material (bundles) to consolidate river banks and dams. Therefore, special equipment is additionally needed to process the felled willow shoots in order to produce bundles required by such applications. An example which shows the interest in mechanizing the operations specific to WSRCs comes from the manufacturing of willow

planting material as a prototype that can be used for preparation, including bundling, of planting material (Nanu *et al.*, 2017). Nevertheless, the practical experience shows that at least the Romanian small-scale owners of WSRCs are often lacking fully mechanized equipment and they are using tools and manual labor to a greater extent, as a more affordable option to manage their crops. Such options include low-investment equipment to plant, cut-back and harvest the crops (Talagai and Borz, 2016; Talagai *et al.*, 2017) as well as the use of manual means to produce willow bundles for bioengineering applications. Similar to forestry (see for instance Corella Justavino *et al.*, 2015), the extensive use of manual labor often results in low productivity while the operations themselves are physically demanding for the workers.

Performance of socio-technical systems may be evaluated using various approaches and indicators. In case of forestry and biomass cultures, the productive performance is often evaluated by implementing time studies (Acuna *et al.*, 2012). Such studies aim to quantify the inputs, process variables and outputs to find meaningful relationships between them in the so-called modeling studies or to compare various technological alternatives with the aim to identify the best option from a given set.

Productivity is often evaluated based on time inputs and production outputs (Acuna *et al.*, 2012; Borz, 2014; Oprea, 2008; Oprea and Borz, 2007). Production outputs can be also in several ways,

including the units of production (Acuna *et al.*, 2012; Oprea, 2008).

In our knowledge, manual bundling of willow stems for bioengineering applications has not been taken into study so far from the work performance point of view. Nevertheless, such operations represent a typical step of the supply chain when aiming to procure willow bundles (fascines) for various kinds of bioengineering applications. Therefore, it is important to evaluate the time consumption and productivity in such operations to be able to evaluate the costs incurred by all the supply chain.

The aim of this study was to evaluate the productive performance and cost of manual bundling operations carried out in WSRCs. The objectives of the study were to: (i) evaluate the time consumption and productivity of manual bundling operations and (ii) to estimate the costs of manual labor in such operations.

2. Materials and methods

2.1. Study location

The study was carried out in the spring of 2017 in a WSRC, located in the central part of Romania (Figure 1). The study area was located into a WSRC that was established in 2012, using a plantation scheme of 0.75 m between rows and 1.50 m between twin rows on a flat land, at about 600 m above the sea level (46°4'21.54"N, 26°10'59.64"E) near the Poian village (Covasna County).



Fig. 1: Study area. Legend: red dot - study location, red line - border of the WSRC taken into study

To promote branching, cutback operations were carried out in 2013. Such operations are typical for the Romanian willow growers. At the

time of field study, the WSRC was in its second 2-year rotation harvest with the roots being 5 years old.

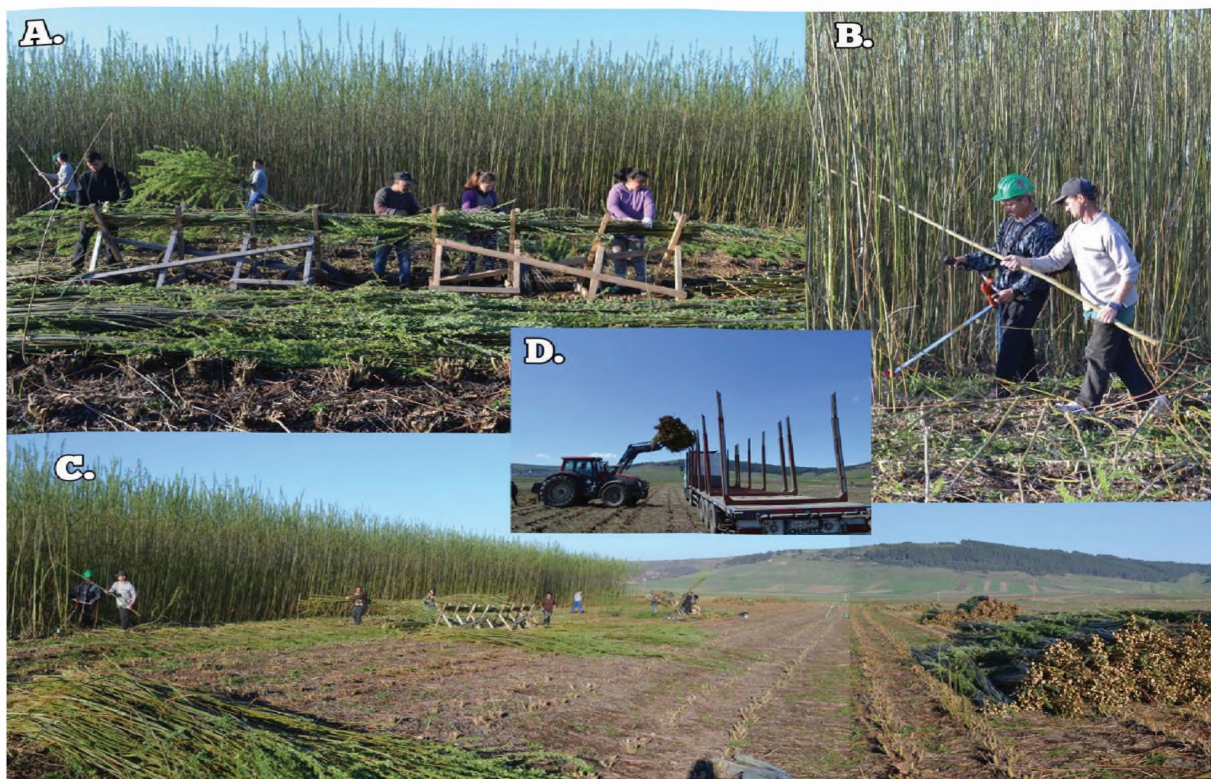


Fig. 2: Snapshots of the manufacturing of willow bundles. Legend: A - manufacture of willow bundles, B - felling of willow shots, C - the general layout of willow bundles manufacturing, D - loading the bundles into trucks.

The material used to manufacture willow bundles consisted of willow stems that were previously felled motor-manually (Figure 2) using the operational procedures described in Talagai *et al.* (2017).

The stems used to manufacture the fascines had a mean length of 380 cm and a mean diameter at the cut level of 2.8 cm.

2.2. Work organization and equipment description

Several teams of workers were employed on a daily basis to manufacture the willow bundles. As a characteristic of the work organization, each team was composed of five workers of which 4 predominantly worked to load the stems on sawbucks and to bind them. Both men and women worked in such operations. The fifth worker was used to collect and carry the willow stems on distances less than 25 m to supply with material the workers operating near the sawbucks.

To manufacture the willow bundles, each team used two sawbucks that were placed side by side.

Such a setup ensured a length (including the space between the sawbucks) of about 5 meters (Figure 2).

To bind the willow stems together, the workers picked up the stems, put them on the sawbucks, then they used galvanized wire to make the tides. The use of galvanized wire was a condition for such operations as the produced bundles had to be used in wet environments. This wire was used to strongly bind together the willow stems. Following the binding step, the bundles resulted at mid-diameters of 15-20 cm and a weight of 25-30 kg.

From our observations, several work elements were carried out in the field by each team, as follows:

- collection, transport and delivery of stems near the sawbucks - a work element carried out by a single worker on distances less than 25 m;
- collection and placement of willow stems on the sawbucks - a work element carried out by two workers on distances less than 5 m;

- fitting together the stems and binding the bundles using galvanized wire - a work element carried out by the remaining 2 workers; following the manufacturing of a bundle, usually, the same workers removed the bundle and stored it the front of the sawbuck.

After finishing the activities in a given area, and placing the bundles into small stacks, the workers were used to replace the sawbucks into a new area containing felled stems. Also, the stacks of willow bundles were loaded into trucks using front loaders and then transported to the beneficiary (Figure 2). However, these activities were considered outside this study and they have not been evaluated in the field.

2.3. Data collection, data processing and statistical analysis

To collect the data needed in this study we used a small camera that was mounted on a tripod and placed into a convenient location to be able to record the real sequence of operations for all the teams used to manufacture the bundles.

The camera used to collect the video data was a Samsung HMX F90, 720p HD video 5MP Still Images having a 52x Optical Zoom functionality. In general, time studies can be carried out using various devices able to collect time data (Acuna *et al.*, 2012; Muşat *et al.*, 2016). Nevertheless, there are some instances in which the use of traditional stopwatches is not suitable. For instance, in those cases in which some work elements are occurring at very short time intervals or they are characterized by a very short duration such an approach is less suitable because of the limited ability of a researcher to collect accurate data. Instead, video recording may produce reliable data and has the advantage of the possibility to replay the files whenever needed (Borz *et al.*, 2014).

However, one disadvantage of using video recording devices to collect the data for a time studies are those related to a very intensive work into the office to separate the time elements for a specific setup. In particular, such approaches are time consuming (Borz and Adam, 2015), even when using software purposely designed for time studying (Muşat *et al.*, 2016).

To extract working time, in the field, all the teams were filmed. At the end of the day the video files recorded by the camera were downloaded in the computer and stored with specific names creating this way an initial database for further

processing. This data processing approach was required as the camera was able to record and store video files covering 20 minutes each. However, its functionalities enable the automatic saving and starting of a new recording session, functionalities that have been used to continuously collect the data as there were no time lags between the video files.

In this study, we used video recording procedures mainly due to its advantage of surveying all the teams that carried out the willow bundling tasks. This approach allowed us to reply the video files for each of the surveyed team and to extract meaningful data in terms of time consumption. While a precise separation of each task carried out by each worker was possible, in this work we approached the time study from the perspective of produced bundles. Therefore, no separations on work elements were done but the entire time needed to manufacture a willow bundle by a work team was separated from delays using the field-collected video files.

For this study, we used the data extracted for a single work team that was used to manufacture a number of 47 willow bundles.

Field recorded data was used into the office to extract the time consumption by playing the files, writing down the time of work starting and the time of work accomplishment for each for each bundle. The time needed to manufacture a willow bundle was computed as the difference between the two, as being specific to the continuous time studying procedures (Acuna *et al.*, 2012). From this time, we have removed all the time that was evaluated to be delays. Therefore, the time used to compute the performance indicators was the delay-free time. A work cycle consisted of the work elements described above; however, the approach used in this study considered only the total delay-free time and the starting and ending points of a work cycle were set accordingly.

Starting and ending points were translated as time references into a MS Excel file. This file was used to compute the cycle time for manufacturing each willow bundle by automatically calculating the differences between the two references, after excluding the delays.

Statistical analysis consisted of calculating the basic descriptive indicators such as the minimum and maximum value, mean value and standard deviation. The evaluated performance indicators were the following:

- Net production rate (NPR, bundles/hour), that

was calculated as the ratio between the number of manufactured bundles (N) and the time inputs (T, hours) excluding the delays (D, hours);

- Gross production rate (GPR, bundles/hour), that was calculated as the ratio between the number of manufactured bundles (N) and the time inputs (T, hours) including the delays (D, hours);

- Net efficiency rate (NER, hours/bundle), that was calculated as the ratio between the time inputs (T, hours) excluding delays (D, hours) and the number of manufactured bundles (N);

- Gross efficiency rate (GER, hours/bundle), that was calculated as the ratio between the time inputs (T, hours) including delays (D, hours) and the number of manufactured bundles (N).

Manufacturing costs (MC) were calculated based on the amount paid by the employer per hour and the performance indicators derived as mentioned above. To this end, we have used two scenarios: cost calculation using the net production rate (MC-NPR) and cost calculation using gross production rate (MC-GPR).

3. Results and discussion

3.1. Descriptive statistics of the study

Table 1 shows the descriptive statistics as being specific to the willow bundles manufacturing time study. As shown, the delay-free time consumption represented more than 90% of the total study time.

Table 1. Descriptive statistics of the time study

Parameter	Descriptive statistics				
	Min.	Max.	Mean ± St. dev.	Sum	%
N	-	-	-	47	-
T (s)	88	249	158.83±29.83	7465	91.2
D (s)	-	-	-	716	8.8
TD (s)	-	-	-	8181	100

Manufacture of one willow bundle took, in average, about 2 minutes and 39 seconds. However, it varied between 1 minute and 28 seconds and 4 minutes and 9 seconds. This variability was the effect of working conditions and especially of that characterizing the manual labor.

Unfortunately, no similar studies were found in the existing literature to be able to compare their results with that of this study.

Delays represented only about 9% of the study time. They were caused by short rests and other minor reasons.

3.2. Performance indicators

The main performance indicators are given in Table 2. They were calculated for a team consisting of 5 workers.

Table 2. Performance indicators of manufacturing willow bundles

Performance indicator	Parameters used in calculation		
	Value	Time	# of bundles
NPR	22.66 bundles / hour	T = 2.07 hours	N = 47
GPR	20.68 bundles / hour	TD = 2.27 hours	N = 47
NER	0.04 hours / bundle	T = 2.07 hours	N = 47
GER	0.05 hours / bundle	TD = 2.27 hours	N = 47

Differences between the net and gross production rates were of about 2 willow bundles per hour. A team consisting of 5 workers produced almost 23 willow bundles per hour in the case in which the delays were excluded from the study time.

3.3. Manufacturing costs

Cost calculation for willow bundles manufacturing considered the amount paid by the employer on a daily basis. This amount was transformed into wages per working hour and it was estimated to about 1.88 € per worker and per hour. As shown in Table 3, the hourly wage per team was calculated as 9.4 €. That means a manufacturing cost (MC) of about 0.4 € per bundle as shown in the same table.

Table 3. Manufacturing costs of willow bundles

Cost scenario	Parameters used in calculation		
	Value	Hourly wage	Productivity
MC - NPR	MC = 0.42	HW = 9.4	NPR = 22.60
MC - GPR	MC = 0.45	HW = 9.4	GPR = 20.68

Delays had a minor effect in the manufacturing cost (MC = 0.45 € per willow bundle). Supposing a whole working day, the production output would be of about 180 units (bundles), meaning a manufacturing cost of about 74 € per day. However, these costs exclude the production losses caused by the transportation in the field and back of sawbucks, relocation of sawbucks in the field and the costs associated with loading, transportation and unloading of willow bundles. Nevertheless, the manufacturing costs can provide a picture on the economic efficiency of a used system.

Further studies should clarify the issues presented above by detailed cost analysis and comprehensive time studies able to evaluate the performance of the entire system. On the other hand, manufacturing of willow bundles can be physically demanding. From this point of view, ergonomic studies should be implemented to clarify to what extent the human physical ability can cope with extended work in such operations.

Acknowledgments

The authors would like to thank to Mr. Arpad Domokos for making this study possible. The authors would like to thank the Doctoral School of the Transilvania University of Braşov for the support needed in the implementation of the study and to the Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements, Faculty of Silviculture and Forest Engineering for the logistics and support used in this study.

References

- Acuna M., Bigot M., Guerra S., Hartsough B., Kanzian C., Kärhä K., Lindroos O., Magagnotti N., Roux S., Spinelli R., Talbot B., Tolosana E., Zormaier F., 2012: *Good practice guidelines for biomass production studies*. CNR IVALSIA Sesto Fiorentino, 51 p.
- Bauters, K., Cottyn, J., Claeys, D., Slembrouck, M., Veelaert, P., and van Landeghem, H., 2018: *Automated work cycle classification and performance measurement for manual work stations*, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 51: 139–157.
- Borz, S. A., 2014: *Evaluarea eficienței echipamentelor și sistemelor tehnice forestiere*. Editura Lux Libris, Braşov, 252 p.
- Borz, S. A., Adam M., 2015: *Analiza fişierelor video în studii de timp prin utilizarea de software gratuit sau cu cost redus: factori care influențează cantitativ consumul de timp la procesare și predicția acestuia.*, Revista Pădurilor, 3-4, 130: 60-71.
- Borz, S. A., Bîrda, M., Ignea, Gh., Popa, B., Câmpu, V. R., Iordache, E., Derczeni, R. Al., 2014: *Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Moutny 4100 tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations*. Annals of Forest Research, 57(2): 333-345.
- Borz, S. A., Derczeni, R., Popa, B., Niță, M. D., 2013: *Regional profile of the biomass sector in Romania*. Available at: www.foropa.eu, accessed: 15th of December, 2017.
- Cavallé, P., Dommanget, F., Daumergue, N., Loucougaray, G., Spiegelberger, T., Tabacchi, E., Evette, A., 2013: *Biodiversity assessment following a naturalness gradient of riverbank protection structures in French prealps rivers*. Ecological Engineering 53: 23-30.
- Corella Justavino, F., Jimenez Ramirez, R., Meza Perez, N., Borz S. A., 2015: *The use of OWAS in forest operations postural assessment: advantages and limitations*. Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II, 8(57), vol. 2: 7-16.
- Dickmann, D. I., 2006: *Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now*, Biomass and Bioenergy 30 (8-9): 696-705.
- Hammer, D., Kayser, A., and Keller, C., 2003: *Phytoextraction of Cd and Zn with Salix viminalis in field trials*. Soil Use and Management, 19(3): 187-192.
- Jensen, J. K., Holm, P. E., Nejrup, J., Larsen, M. B., Borggaard, O. K., 2009: *The potential of willow for remediation of heavy metal polluted calcareous urban soils*. Environmental Pollution 157(3): 931-937.
- Kuzovkina, Y. A., Volk, T. A., 2009: *The characterization of willow (Salix L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology*. Ecological Engineering 35(8): 1178-1189.
- Labrecque, B. M., Teodorescu, T. I., 2005: *Preliminary evaluation of a living willow (salix spp.) sound barrier along a highway in Québec, Canada*. Journal of Arboriculture 31(2): 95-98.
- Li, X., Zhang, L., Zhang, Z., 2006: *Soil bioengineering and the ecological restoration of riverbanks at the Airport Town, Shanghai, China*. Ecological Engineering, 26(3): 304-314.
- Liu, Y., Rauch, H. P., Zhang, J., Yang, X., Gao, J., 2014: *Development and soil reinforcement characteristics of five native species planted as cuttings in local area of Beijing*. Ecological Engineering 71: 190-196.
- Muşat, E. C., Apafaian, A. I., Ignea, G., Ciobanu, V. D., Iordache, E., Derczeni R. A., Spârchez, G., Vasilescu, M. M., Borz S. A., 2016: *Time expenditure in computer aided time studies implemented for highly mechanized forest equipment*. Annals of Forest Research. 59(1): 129-144.
- Nanu, S., Ionel, R., Dughir, C., Ionel, I., 2017: *Automation of a prototype for cutting, sorting and bundling of SRC crops for planting purposes*.

Measurement 95: 201-209.

Oprea, I., 2008: *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov, Braşov, 237 p.

Oprea, I., Borz, S. A., 2007: *Organizarea şantierului de exploatare a lemnului*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov, 133 p.

Rauch, P., Wolfsmayr, U. J., Borz, S. A., Triplat, M., Krajnc, N., Kolck, M., Oberwimmer, R., Ketikidis, C., Vasiljevic, A., Stauder, M., Mühlberg, C., Derczeni, R., Oravec, M., Krissakova, I., Handlos, M., 2015: *SWOT analysis and strategy development for forest fuel supply chains in South East Europe*. Forest Policy and Economics 61: 87-94.

Richet, J. B., Ouvry, J. F., Saunier, M., 2017: *The role of vegetative barriers such as fascines and dense shrub hedges in catchment management to reduce runoff and erosion effects: Experimental evidence of efficiency, and conditions of use*. Ecological Engineering 103: 455-469.

Rytter, R. M., 2012: *The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden*. Biomass and Bioenergy 36: 86-95.

Scriba, C., Borz, S. A., Talagai, N., 2014: *Estimating dry mass and bark proportion in one year shoots yielded by one-year Salix viminalis L. plantations in Central Romania*. Revista Pădurilor 129 (3-4): 57-66.

Stolarski, M., Szczukowski, S., Tworkowski, J., Klasa, A., 2008: *Productivity of seven clones of willow coppice in annual and quadrennial cutting cycles*. Biomass and Bioenergy 32(12), 1227-1234.

Talagai, N., Borz, S. A., Ignea, G., 2017: *Performance of Brush Cutters in Felling Operations of Willow Short Rotation Coppice*. BioResources 12(2) 3560-3569.

Weih, M., Rönnerberg-Wästljung, A. C., Glynn, C., 2006: *Genetic basis of phenotypic correlations among growth traits in hybrid willow (Salix dasyclados x S. viminalis) grown under two water regimes*. New Phytologist 170(3): 467-477.

Eng. Nicolae TALAGAI

Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements,
Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Braşov,
Şirul Beethoven, Nr. 1, 500123, Braşov
nicu_tin@yahoo.com

Eng. Marius CHEŢA

Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements,
Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Braşov,
Şirul Beethoven, Nr. 1, 500123, Braşov
chetza.marius@yahoo.com

Work performance in manual manufacturing of willow bundles for bioengineering applications

Abstract.

Willow short rotation cultures are traditionally used for bioenergy production. However, there are several other possible applications, including those of bioengineering such as slope, riverbed and dam stabilization. For some of such applications, willow bundles are required to be manufactured at the felling site. In Romania, such bundles are manufactured manually. This study evaluates the productive performance of manual manufacturing of willow bundles for bioengineering applications based on a time study. The results show that production rate was less affected by delays and there is possible to produce about 23 willow bundles per hour if using a team composed of 5 workers. Manufacture of one willow bundle took, in average, about 2 minutes and 39 seconds. However, it varied between 1 minute and 28 seconds and 4 minutes and 9 seconds. This variability was the effect of working conditions and especially of that characterizing the manual labor. Manufacturing costs were estimated at about 0.4 € per willow bundle based on the daily wages and net production rate. Further studies should address the operational, ergonomic and cost performance of the entire production system.

Keywords: *willow, short rotation culture, bundle manufacturing, performance, bioengineering*

Performanța muncii în operații de manufacturare a fascinelor de salcie pentru aplicații de bioinginerie

Rezumat.

Culturile de salcie conduse în rotație scurtă sunt utilizate în mod tradițional pentru producția de materie primă necesară sectorului energetic. Totuși, există mai multe alte posibile aplicații pentru materia primă provenită din astfel de culturi, incluzându-se aici pe cele de bioinginerie, cum ar fi stabilizarea taluzurilor, a malurilor de ape și a barajelor de pământ. Pentru unele dintre aplicațiile menționate este necesară manufacturarea de fascine de salcie la locul recoltării acesteia. În România, astfel de fascine sunt produse manual. Studiul de față evaluează performanța productivă în operații de manufacturare a fascinelor de salcie cu utilizare în aplicații de bioinginerie printr-un studiu de timp. Rezultatele studiului indică faptul că productivitatea a fost mai puțin afectată de întârzieri, precum și faptul că este posibil să se producă manual circa 23 de fascine pe oră dacă se utilizează o echipă compusă din 5 muncitori. Manufacturarea unei fascine a presupus, în medie, un consum de timp de circa 2 minute și 39 de secunde. Totuși, consumul de timp a variat destul de larg, între 1 minut și 28 de secunde și 4 minute și 9 secunde. Această variabilitate a fost efectul condițiilor de muncă. Costurile de manufacturare au fost estimate la circa 0.4 € pe fascină produsă, pe baza salariilor zilnice și a productivității nete. Studii de viitor ar trebui să adreseze performanța operațională, ergonomică și economică a întregului sistem de producție.

Cuvinte cheie: *salcie, cultură de rotație scurtă, manufacturarea de fascine, performanță, bioinginerie*

Profesorul Aurel Rusu la vârsta arborilor seculari

Comisia de științe silvice a
Academiei Române



Foto 1: Profesorul Aurel Rusu

Comisia de științe silvice a Academiei Române, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov și Secția de Silvicultură a Academiei de Științe Agricole și Silvice, toate împreună, au organizat în data de 9 iunie 2017 o magnifică manifestare științifică prilejuită de sărbătorirea profesorului **Aurel Rusu**, membru titular al ASAS, la **împlinirea venerabilei vârste de 100 ani**.

Cuvântul de deschidere a fost expus de distinsul profesor universitar **Ioan Vasile Abrudan**, rectorul Universității „Transilvania” din Brașov. Au urmat aprecieri laudative din partea participanților la această memorabilă întrunire.

Din discursul academicianului Victor Giurgiu, reținem opinia conform căreia: „*Însuși învățământul superior silvic are nevoie de cunoscuta exigență a distinsului profesor Aurel Rusu, deoarece nu toate cele 5-6 facultăți de silvicultură și exploatare forestiere se află la nivelul exigențelor necesare. Dar, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov oferă exemplul de urmat; va dăinui cât Tâmpa va sta pe loc, devenind astfel un simbol național. Suntem convinși că opera profesorului Aurel Rusu va contribui și la elaborarea*

de strategii performante pentru o mai eficientă gestionare durabilă a pădurilor românești, păduri care astăzi se află într-o extrem de grea suferință.”

În cuvântul de răspuns, profesorul **Aurel Rusu**, aflat într-o ținută memorabilă de excepție, a prezentat filmul excepționalelor sale performanțe din domeniul măsurătorilor terestre, mulțumind totodată referenților și tuturor celor prezenți, participanți la acest *magnific eveniment*.

În conformitate cu programul oficializat de organizatori, acad. Victor Giurgiu a prezentat *cuvântul de închidere* la acest eveniment memorabil, din care reproducem următoarele:

„*Am scris astăzi, împreună, o pagină memorabilă în istoria instituției organizatoare a acestui eveniment. Omagiindu-l pe distinsul om de știință, Aurel RUSU - universitar de o înaltă ținută profesională și morală, membru titular al Academiei de Științe Agricole și Silvice, cu ocazia împlinirii venerabilei vârste de 100 de ani, ne-am exprimat în unanimitate aprecierea și respectul nostru pentru înaltul nivel științific manifestat în neobosita sa activitate de importanță deosebită pentru dezvoltarea științelor măsurătorilor terestre.*”

În aceeași zi, de 9 iunie 2017, după finalizarea manifestărilor oficiale, într-un cadru mai familial, a onorat asistența distinsă doamnă **Clara-Liliana-Dragoș-Rusu**, profesoară de excepție la Universitatea din Cluj-Napoca, acum soția eruditului profesor Aurel Rusu. Ne face plăcere să menționăm că domnia sa este nepoata profesorului Gheorghe Dragoș, personalitate de excepție din domeniul științelor economice, originar din Săcele.

Față de cele menționate mai sus s-a constatat propunerea conform căreia **sărbătorirea profesorului Aurel Rusu la împlinirea a 105 ani de la naștere să fie organizată la Cluj Napoca**, cu participanți de la Universitatea „Transilvania” din Brașov, precum și de la Academia Română, Academia de Științe Agricole și Silvice, Universitatea din Cluj-Napoca, participanți de la Asociația Forestierilor din România, precum și de la INCD în Silvicultură „Marin Drăcea”.

În acest cadru, propunerea a fost acceptată în primul rând de ilustra familie Rusu.

Nihil sine Deo !