

GIUSEPPE PIGNATTI (\*) - STEFANO VERANI (\*) - GIULIO SPERANDIO (\*\*)(<sup>o</sup>)

## PRODUZIONE DI LEGNA DA ARDERE DA CEDUI DI EUCALIPTO A TURNO BREVE: PRODUTTIVITÀ DI LAVORO E COSTI (<sup>1</sup>)

(\*) CREA - Centro di Ricerca Foreste e Legno, Via Valle della Quistione 27, 00166 Roma.

(\*\*) CREA - Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Via della Pascolare 16, 00015 Monterotondo (Roma).

(<sup>o</sup>) Autore corrispondente; giulio.sperandio@crea.gov.it

*Tradizionalmente l'utilizzazione del ceduo a turno breve è finalizzata alla produzione di cippato per scopi energetici o industriali. Negli ultimi anni, anche a seguito della mancanza di finanziamenti nei PSR delle regioni, le superfici destinate a questo tipo di coltura si sono drasticamente ridotte determinando anche una crisi nel mercato del cippato. Risulta quindi necessario riorientare la produzione verso un nuovo assortimento che, per l'eucalipto, potrebbe essere rappresentato dalla legna da ardere. Su tale tematica, sviluppata all'interno del progetto AGROENER, si svolge un'azione di ricerca finalizzata al recupero e valorizzazione delle biomasse residuali delle utilizzazioni forestali e alla verifica della sostenibilità economica della produzione di legna da ardere da cedui di eucalipto anche governati a turno breve. Durante l'utilizzazione di un ceduo di 4 anni sono stati analizzati e posti a confronto due sistemi di lavoro per la produzione di legna da ardere: quello tradizionale del legno corto (Short Wood System - SWS) e quello dell'albero intero (Whole Tree System - WTS). La provvigione per ettaro è risultata di 73,56 t, delle quali il 68% (49,91 t) di legna da ardere. Nello SWS la produttività media lorda dell'utilizzazione è risultata di 0,77 t h<sup>-1</sup> per operatore, rispetto a 0,86 t h<sup>-1</sup> del WTS. I costi di produzione della legna sono risultati di 30,78 € t<sup>-1</sup> per lo SWS, e di 28,59 € t<sup>-1</sup> per il WTS, con valori riferiti all'unità di superficie rispettivamente di 2.264 e di 2.103 € ha<sup>-1</sup>. Un parziale bilancio economico, basato sulla stima di un valore corrente di vendita della legna da ardere all'imposto pari a 60 € t<sup>-1</sup> e di un valore di 10 € t<sup>-1</sup> per i cimali e ramaglie (nel caso del WTS), evidenzia una positività dell'utilizzazione per entrambi i sistemi di lavoro: 9,93 € t<sup>-1</sup> per lo SWS e 15,33 € t<sup>-1</sup> per il WTS. Questi risultati vengono discussi in relazione agli aspetti di sostenibilità economica ed ambientale dell'operazione di utilizzazione.*

*Parole chiave:* eucalipto; sistemi di lavoro; legna da ardere; utilizzazioni; sostenibilità economica ed ambientale.

*Key words:* eucalyptus; working systems, firewood; logging; economic and environmental sustainability.

*Citazione:* Pignatti G., Verani S., Sperandio G., 2019 - *Produzione di legna da ardere da cedui di eucalipto a turno breve: produttività di lavoro e costi.* L'Italia Forestale e Montana; 74 (4): 217-226.

<https://doi.org/10.4129/ifm.2019.4.02>

<sup>1</sup> Il contributo è stato presentato nella sessione 10 - Arboricoltura da legno ed agroselvicoltura - del IV Congresso Nazionale di Selvicoltura, Torino, 5-9 novembre 2018.

## 1. INTRODUZIONE

Il ceduo a turno breve o *Short Rotation Coppice (SRC)* è un sistema di coltivazioni adottato da circa un trentennio, nel nostro Paese, per le specie a rapido accrescimento quali pioppo, eucalipto, salice e robinia. L'obiettivo principale di queste piantagioni è la produzione di bioenergia, al fine di ridurre il consumo di combustibili fossili le cui emissioni in atmosfera risultano essere le maggiori responsabili del cambiamento climatico. Tra le fonti energetiche rinnovabili (FER), le biomasse (solide, gassose e liquide di origine agricola e forestale) rappresentano una quota sempre più importante, tanto che circa il 10% dell'energia globale prodotta annualmente deriva da esse (40% dell'energia complessiva proveniente dalle rinnovabili). Nel 2016, in Italia, le FER hanno coperto il 17,4% dei consumi energetici complessivi, mentre, nel solo settore termico, esse raggiungono il 19% circa dei consumi, con la biomassa solida (soprattutto ad uso domestico in forma di legna da ardere e pellet) che da sola ha coperto circa il 70% dei consumi termici rinnovabili, arrivando a un livello di consumo pari a 10,5 Mtep (GSE, 2018).

Negli SRC si possono prevedere due modelli colturali: il primo, riferito a cedui a densità molto elevata, indicato per pioppo, salice e robinia, prevede la realizzazione di piantagioni con 7.000-10.000 piante per ettaro e ceduzione biennale o triennale; il secondo, riferito a cedui a densità elevata, indicato per pioppo ed eucalipto, prevede densità nettamente inferiori rispetto al primo (1.000-2.000 piante per ettaro) e la raccolta ogni 5-8 anni (Facciotto, 2012). Per i turni più lunghi questo sistema è anche definito come *Medium Rotation Coppice (MRC)* (Santangelo *et al.*, 2015). Il pioppo è la specie maggiormente impiegata per questo tipo di piantagioni che prevalentemente sono ubicate nel nord Italia, con circa 5.000 ettari (Canesin, 2010), mentre in tutto il Paese si stimano 7.000 ettari (Sperandio *et al.*, 2011). L'eucalipto, nonostante l'elevato accrescimento sia stato evidenziato già da tempo da vari Autori (Avanzo, 1964; Gemignani, 1988; Mughini, 2016; Mughini *et al.*, 2014), non ha avuto una grande diffusione e piantagioni di una certa consistenza (circa 200 ha) sono presenti solo in Sicilia (Tarchi *et al.*, 2013). Il drastico calo del prezzo del cippato, stimabile oggi mediamente intorno a 40-45 € t<sup>-1</sup>, e la quasi totale assenza di contributi per gli SRC previste dai Piani Regionali di Sviluppo (PSR), hanno determinato un forte "rallentamento" nella costituzione di nuove piantagioni e, in alcuni casi, l'espianto di decine di ettari di piantagioni prima della fine del turno, ed il successivo reimpianto con colture a maggiore redditività.

Per sopperire, almeno in parte, a questa crisi è necessario che le piantagioni governate a ceduo a turno breve-medio siano indirizzate verso un prodotto finale a maggior valore aggiunto che, nel caso dell'eucalipto, proprio in virtù dell'elevato accrescimento della massa volumica e potere calorifico (Giordano, 1988), può essere rappresentato dalla legna da ardere. Questo assortimento di eucalipto, pur avendo un mercato ristretto (prevalentemente in Calabria e Sardegna), può rappresentare una fonte energetica significativa nei contesti territoriali dell'Italia

Centro-meridionale più produttivi. La maggior parte delle piantagioni ad eucalipto, per una superficie stimabile oggi in circa 82.000 ha (Gasparini e Tabacchi, 2011), è stata realizzata in passato in Italia soprattutto con finalità di difesa idrogeologica.

In questo lavoro, che vuole essere un contributo per una maggiore valorizzazione degli SRC di eucalipto, gli Autori espongono i risultati tecnici ed economici di un'attività di ricerca sviluppata all'interno del progetto AGROENER, *Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia*, finanziato dal MIPAAF (D.D. 26329 del 01/04/2016). Lo studio ha riguardato l'utilizzazione di un ceduo di eucalipto ubicato a Roma per la produzione di legna da ardere adottando e confrontando due diversi sistemi lavoro (legno corto e albero intero) e impiegando un grado minimo di meccanizzazione.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 La piantagione

La piantagione di eucalipto in esame, costituita prevalentemente da *Eucalyptus viminalis*, è ubicata all'interno dell'Azienda Ovile (41°54'06.84" N, 12°21'22.95" E; 35 m s.l.m.) del CREA Centro di ricerche Foreste e Legno. Precedentemente è stata ceduata nel 2013 (Verani e Sperandio, 2014) e, al momento dell'utilizzazione, era al quarto ciclo agamico con polloni che avevano un'età di 4 anni. L'impianto è un settonce con interdistanza di m 3, per un totale di 1.283 piante ha<sup>-1</sup>. A seguito di frequenti attacchi di *Phoracantha semipunctata*, al momento dello studio era presente il 25% di fallanze. La superficie totale della piantagione è di 1,57 ha, con una pendenza media del terreno del 30%.

### 2.2 I sistemi di lavoro

I sistemi di lavoro adottati nel cantiere sono stati due: quello del legno corto (*Short Wood System - SWS*) che prevede l'abbattimento e l'allestimento sul letto di caduta e l'esbosco dell'assortimento finale, nel caso specifico topi da un metro di lunghezza, e quello dell'albero intero (*Whole Tree System - WTS*) che prevede l'abbattimento, l'esbosco della pianta intera e l'allestimento all'imposto (Hippoliti e Piegai, 2000). Prima del taglio, su una superficie di 800 m<sup>2</sup> (2 aree di saggio della superficie unitaria di 400 m<sup>2</sup>), è stato effettuato un cavallettamento totale ed il rilievo di alcune altezze al fine di determinare le principali caratteristiche dendrometriche del popolamento. Per la stima della massa presente (peso fresco) sono stati individuati 122 polloni, distribuiti tra le classi diametriche riscontrate all'interno delle aree di saggio, dei quali è stato pesato il fusto, fino a 2 cm di diametro, e la ramaglia e cimale, al fine di stabilire una relazione tra il diametro ed il peso della legna ritraibile e quello della biomassa residuale. La relazione prescelta è stata del tipo:

$$y = a \times b^x,$$

dove  $y$  è il peso della pianta o della biomassa residuale in kg,  $a$  e  $x$  coefficienti da determinare, mentre  $b$  rappresenta il diametro della pianta preso a 1,3 m di

altezza da terra (in cm). Le operazioni del lavoro di utilizzazione (abbattimento/allestimento ed esbosco) sono state effettuate, nello *SW*, da un solo operatore, mentre, nel *WT*, l'abbattimento e la sezionatura da un solo operatore, e l'esbosco dal trattorista più un operatore addetto all'aggancio dei fasci di piante. La superficie utilizzata è stata di 0,6 ha. I mezzi impiegati sono stati una motosega Oleomac 260 da 0,9 kW di potenza e barra da 25 cm, per l'abbattimento ed allestimento ed un trattore agricolo New Holland da 70 kW di potenza per l'esbosco, che è stato eseguito caricando la legna dentro la benna anteriore. Prima dell'utilizzazione sono stati registrati i diametri dei polloni di ogni ceppaia da sottoporre a taglio al fine di stabilire il peso della legna per ceppaia e metterlo in relazione al tempo di lavoro. Il rilievo dei tempi è stato effettuato al secondo livello (rilievo separato delle fasi di lavoro) come riportato nel manuale d'istruzione per il rilievo dei tempi di lavoro e delle produttività nei lavori forestali (Berti *et al.*, 1989).

Tabella 1 - Principali elementi di calcolo e costo orario delle macchine e delle attrezzature.

Descrizione voci	Trattore New Holland DT 5050 (70 kW)	Motosega Oleomac GS 260 (0,9 kW)	Verricello Schwarz EGV A45
Valore a nuovo (€)	47.000	870	2.700
Valore di recupero (€)	3.230	174	186
Vita utile (anni)	12	3	12
Impiego annuo (ore produttive) (h)	1.000	700	250
Potenza nominale (kW)	70	0,9	0
Tasso d'interesse (%)	4,0	4,0	4,0
Consumo medio carburante (L/h)	10,43	0,31	0,00
Consumo medio lubrificanti (L/h)	0,42	0,15	0,00
Spazio rimessaggio (m <sup>2</sup> )	20,0	0,5	2,0
Costo conduttore del mezzo (€/h)	15,00	15,00	0,00
Costo medio carburante (€/L)	0,95	1,5	0,00
Costo medio lubrificante (€/L)	9,00	4,50	9,00
Costo orario di esercizio (€/h)	38,56	17,44	2,30

### 2.3 L'analisi economica

Per la valutazione economica dei cantieri, finalizzata alla determinazione del costo per unità di prodotto e di superficie, si è proceduto, con metodologia analitica, alla determinazione dei costi orari delle macchine e attrezzature, distinti in costi fissi e variabili (Sperandio, 2010). I principali elementi tecnici ed economici impiegati nel calcolo e i relativi costi orari ottenuti, sono riportati in Tabella 1.

## 3. RISULTATI

Dall'elaborazione dei dati rilevati è risultato un numero medio di polloni per ceppaia di 4,27, con un diametro medio di 6,4 cm ed un'altezza media di 9,4 m.

Le ceppaie presenti per unità di superficie erano 962 per un totale di 4.108 polloni per ettaro. Utilizzando le equazioni riportate nelle Figure 1 e 2 per la determinazione rispettivamente del peso medio unitario dei polloni e del peso della ramaglia in funzione del diametro medio, è risultata una massa totale, per unità di superficie, di 73,56 t (pari a 18,39 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>), della quale 49,91 t destinate a legna da ardere e 23,65 t a biomassa residuale (cimali e ramaglia).

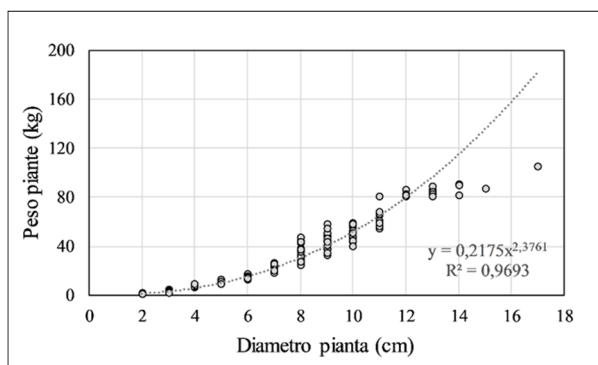


Figura 1 - Peso della pianta in funzione del diametro a 1.30 m da terra ( $\varnothing \geq 2$  cm).

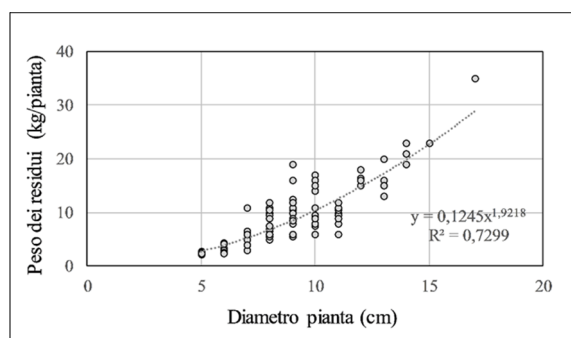


Figura 2 - Peso della ramaglia e dei cimali in funzione del diametro della pianta a 1.30 m da terra ( $\varnothing \geq 5$  cm).

I dati sperimentali rilevati durante il lavoro di utilizzazione con applicazione dello *SWS* hanno permesso di stabilire la relazione esistente tra il tempo di abbattimento ed allestimento ed il peso della ceppaia, riportata nella Figura 3. Il tempo lordo per eseguire l'abbattimento e l'allestimento è risultato di 0,93 h t<sup>-1</sup> per operatore, mentre la produttività media lorda dell'operazione è risultata di 1,07 t h<sup>-1</sup> per operatore. L'esbosco ha fatto registrare un tempo lordo per operatore di 0,54 h t<sup>-1</sup>, corrispondente ad una produttività media lorda di 1,86 t h<sup>-1</sup>, in relazione ad una distanza media di 60 m e con un carico medio trasportato di 0,94 t.

Nel *WTS*, il tempo lordo di lavoro per operatore è risultato di 0,21 h t<sup>-1</sup> nell'abbattimento e 0,30 h t<sup>-1</sup> nella sezionatura, con produttività lorde rispettivamente di 4,68 t h<sup>-1</sup> e 3,35 t h<sup>-1</sup>, quest'ultima comprensiva anche di parziale formazione dei fasci. La relazione esprime la variazione del tempo lordo di abbattimento e formazione dei fasci, in funzione del peso della ceppaia, ricavata da 78 osservazioni, è riportata nella Figura 4. Nell'esbosco, effettuato su una distanza media di 100 m

e con un carico medio trasportato di 0,6 t, la produttività lorda di lavoro per operatore è risultata di 1,53 t h<sup>-1</sup>. La Figura 5 riporta il confronto della ripartizione percentuale del lavoro di abbattimento e allestimento nei due sistemi. Nello *SWS*, il maggiore impegno di lavoro è dovuto alla fase di allestimento della legna da ardere che rappresenta oltre il 57% del tempo lordo di utilizzazione, mentre, per il *WTS*, è l'abbattimento e la formazione dei fasci che richiedono circa il 69% del tempo lordo complessivo.

Relativamente all'analisi economica, sulla base dei costi orari riportati in Tabella 1 e delle produttività di lavoro ottenute per i due sistemi di lavoro osservati, sono stati calcolati i costi di utilizzazione per unità di prodotto e di superficie nei due casi esaminati. Tali costi sono stati confrontati con il valore degli assortimenti ottenuti al fine di determinare un bilancio economico parziale dell'utilizzazione (si considerano solo i costi diretti di utilizzazione e il valore degli assortimenti all'imposto), il cui risultato è mostrato nella Figura 6.

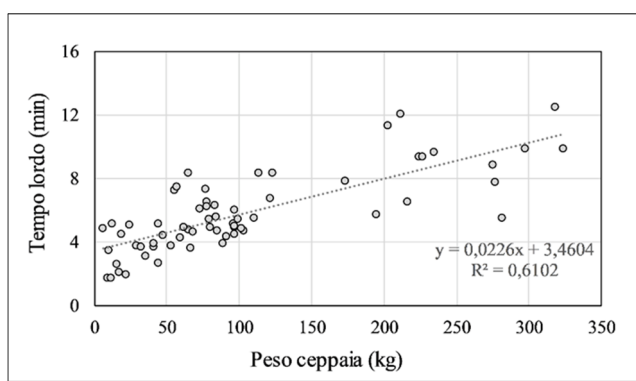


Figura 3 - Variazione del tempo lordo di abbattimento ed allestimento in funzione del peso della ceppiaia nello *SWS*.

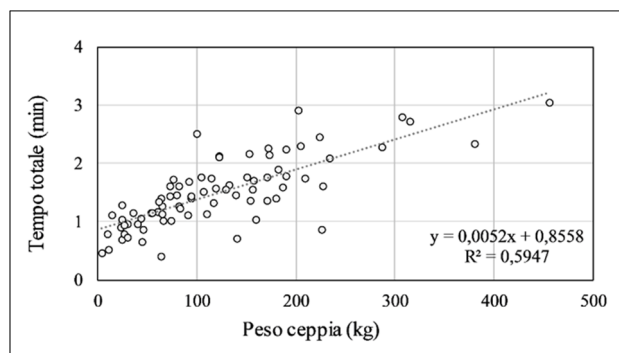


Figura 4 - Variazione del tempo lordo di abbattimento e formazione fasci in funzione del peso della ceppiaia nel sistema *WTS*.

Il costo di produzione della legna è risultato di 30,78 € t<sup>-1</sup> per lo *SWS*, e di 28,59 € t<sup>-1</sup> per il *WTS*, con costi per unità di superficie rispettivamente di 2.264 e 2.103 € ha<sup>-1</sup>. Considerando pari a 60 € t<sup>-1</sup> l'attuale quotazione della legna da ardere acquistata all'imposto e di 10 € t<sup>-1</sup> quella dei cimali e ramaglie (solo nel *WTS*), si ottiene una positività dell'utilizzazione per entrambi i sistemi di lavoro pari rispettivamente a 9,93 € t<sup>-1</sup> per lo *SWS* e 15,33 € t<sup>-1</sup> per il *WTS* che, con riferimento all'ettaro, corrispondono rispettivamente a 730 e 1.128 €.

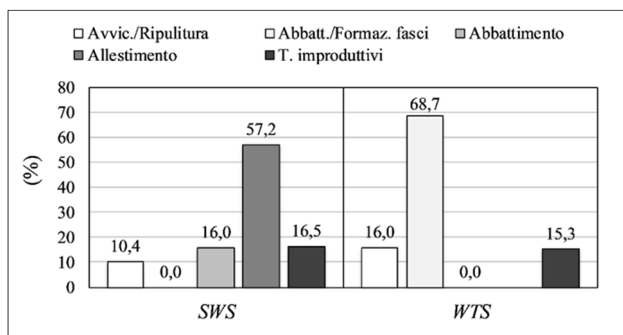


Figura 5 - Ripartizione percentuale delle fasi operative dell'abbattimento e allestimento nei due sistemi SWS e WTS.

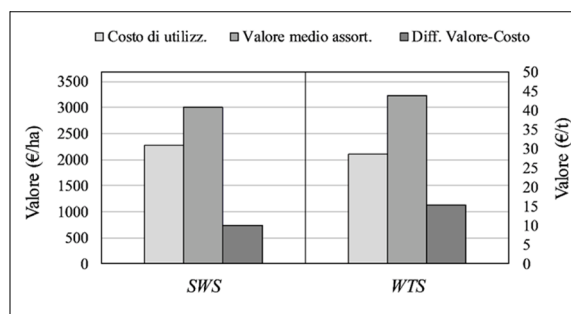


Figura 6 - Costi di utilizzazione e valore economico degli assortimenti per unità di prodotto e di superficie.

#### 4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati ottenuti evidenziano, da un punto di vista dendrometrico, le ottime capacità di crescita dell'eucalipto. Il valore di massa ad ettaro di 73,56 t, corrispondente a un incremento medio di 18,4 t ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>, è risultato soddisfacente ed anche superiore ai dati osservati in altri impianti di eucalipto del Centro Italia, governati non solo a ceduo ma anche a fustaia, i cui incrementi medi si sono attestati intorno a 10-16 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> (Verani e Sperandio, 2014).

Nello SWS, la produttività di lavoro registrata nell'abbattimento ed allestimento, 1,07 t h<sup>-1</sup> per operatore, risulta particolarmente elevata considerando l'esiguo peso medio del pollone pari a circa 18 kg. In una utilizzazione simile è risultata di 0,93 t h<sup>-1</sup> per operatore, con peso unitario della pianta di 200 kg (Verani, 2001). Questo risultato è in gran parte attribuibile alla differente professionalità degli operatori.

La produttività di lavoro registrata nell'esbosco, 1,86 t h<sup>-1</sup> per operatore, nonostante la ridotta distanza media di esbosco (60 m), è stata condizionata dall'esiguo carico trasportato e dall'elevata pendenza del terreno. Altri casi studiati di esbosco di legna da ardere a soma con trattore, in cedui quercini (Sperandio e Verani, 2003; Talluri e Piegai, 2012a, 2012b; Verani *et al.*, 2017), hanno evidenziato, con carichi trasportati di 2,5-3 t e distanze di esbosco variabili da 200 a 500 m, produttività di lavoro superiori che si attestano intorno alle 2 t h<sup>-1</sup> per operatore. Va infatti tenuto conto che, nel caso osservato, il mezzo impiegato non era particolarmente idoneo ai lavori forestali.

Nel *WTS* la produttività di lavoro registrata nell'abbattimento e formazione dei fasci (4,68 t h<sup>-1</sup> per operatore) è risultata molto elevata se confrontata con valori rilevati nell'utilizzazione di cedui quercini (Sperandio e Verani, 1998; Spinelli e Verani, 2000; Verani e Sperandio, 2005); ciò è attribuibile, oltre che all'elevata professionalità dell'operatore, al fatto che le ceppaie erano disposte in file e che il sottobosco era praticamente assente, fattori questi che agevolano lo spostamento dell'operatore da una ceppaia all'altra.

Nell'esbosco la produttività di lavoro risulta in linea con quelle riscontrabili in bibliografia (Verani e Sperandio, 2005), anche se le percentuali di tempo sul ciclo di esbosco, rilevate nella fase di aggancio dei fasci (16,2%) e per lo scarico degli stessi all'imposto (25,7%), risultano piuttosto elevate: una diminuzione delle stesse, e conseguentemente un aumento della produttività di lavoro, potrebbe essere ottenuta formando fasci più omogenei in sede di abbattimento e disponendo i fasci su una maggiore superficie in fase di scarico. La produttività di lavoro di 3,35 t h<sup>-1</sup> per operatore, registrata nella sezionatura all'imposto, è particolarmente elevata in considerazione delle ridotte dimensioni del pollone; ciò è dovuto anche al sistema di lavoro adottato che prevedeva l'aggancio ed il sollevamento dei polloni con la pinza anteriore del trattore e la successiva sezionatura da parte dell'operatore che lavorava in piedi con i polloni sollevati da terra.

Da un punto di vista economico, il sistema *WTS* è risultato migliore, con costi di utilizzazione leggermente più contenuti rispetto al sistema *SWTS*, e con la possibilità di realizzare un ulteriore valore aggiunto dall'utilizzo della ramaglia e dei cimali nella produzione di cippato per utilizzo energetico, ottenendo una differenza positiva di 5,4 € t<sup>-1</sup> e 398 € ha<sup>-1</sup>. L'adozione del *WTS* determina, quindi, una maggiore redditività nel lavoro perché permette il recupero e l'utilizzo della biomassa residuale.

I risultati ottenuti evidenziano la sostenibilità economica della produzione di legna da ardere (ad es. come assortimento alternativo al cippato) per la situazione esaminata, anche nell'ottica di una lenta evoluzione verso popolamenti contenenti specie autoctone. Rilievi sulla vegetazione ancora in corso verificheranno gli effetti negli anni dell'intervento di utilizzazione, che ha risparmiato le specie forestali autoctone presenti lungo i filari occupati dalle ceppaie (sughera, fillirea, lentisco). L'operazione di utilizzo completo della biomassa aerea in queste condizioni appare sostenibile anche per il mantenimento della fertilità stazionale, fattore cruciale della produzione forestale in area mediterranea (Eufrade Junior *et al.*, 2016). Studi realizzati in contesti confrontabili (Herrero *et al.*, 2014), dimostrano che oltre il 30% della biomassa totale in un ceduo di eucalipto di una certa età, come quello esaminato, è conservata negli apparati radicali delle ceppaie, garantendo la stabilità e la fertilità dei suoli.

In definitiva, l'applicazione del sistema di lavoro dell'albero intero può favorire un utilizzo più efficiente della risorsa legnosa, offrendo un piccolo vantaggio economico e una strategia per ridurre l'accumulo di residui che possono costituire un problema in contesti mediterranei.



## SUMMARY

*Firewood from short rotation coppices of Eucalyptus: working productivity and costs*

Traditionally, the utilization of short rotation coppices focuses on production of wood chips for energy or industrial purposes. In recent years, due to the lack of funding in the RDPs of the regions, surfaces destined to this type of crop were drastically reduced, causing a crisis in the wood chip market. It is therefore necessary to think of new forms of use, which in the case of eucalyptus could be represented by firewood. On this subject, within the AGROENER project, a research action is carried out with the aim on recovery and valorisation of residual biomasses of forest utilization and verification of the economic sustainability of firewood production from eucalyptus coppices managed as short rotation. During the utilization of a 4-year-old coppice, two firewood production systems have been compared: the traditional one, the Short Wood System (SWS) and the Whole Tree System (WTS). The growing stock per hectare was 73.56 t, with 68% (49.91 t) of firewood. The gross productivity of the work site, adopting the SWS, was 0,77 t h<sup>-1</sup> per operator, respect to 0,86 t h<sup>-1</sup> obtained with WTS. Wood production costs were € 30.78 t<sup>-1</sup> for the SWS, and € 28.59 t<sup>-1</sup> for the WTS, with values per hectare of € 2,264 and € 2,103, respectively. Considering equal to € 60 t<sup>-1</sup> the current sale value of firewood and € 10 t<sup>-1</sup> that of residuals (only for the WTS), the gain for both work systems are 9.93 € t<sup>-1</sup> for the SWS and € 15.33 t<sup>-1</sup> for the WTS. These results are discussed in relation to economic and environmental aspects of the forest utilization.

## BIBLIOGRAFIA

- Avanzo E., 1964 - *L'accrescimento degli eucalitti. Considerazioni e confronto dopo un decennio di esperienze*. Atti della prima giornata per l'eucalitto, Roma
- Berti S., Piegai F., Verani S., 1989 - *Manuale d'istruzione per il rilievo dei tempi di lavoro e delle produttività nei lavori forestali*. Quaderni dell'Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, fascicolo IV, 65 p.
- Canesin C., 2010 - *La Short Rotation Forestry in Nord Italia. Limiti e potenzialità del suo impiego sotto differenti scenari: produzione di biomassa e prove di fertilizzazione*. Università degli Studi di Padova. Tesi di Dottorato di Ricerca, indirizzo Ecologia Ciclo XXII.
- Eufrade Junior H.J., de Melo R.X., Pereira Sartori M.M., Guerra S.P., Ballarin A.W., 2016 - *Sustainable use of eucalypt biomass grown on short rotation coppice*. Biomass and Bioenergy, 90: 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.037>
- Facciotto G., 2012 - *Storia delle SRF e suo sviluppo in Italia*. Sherwood, 183 - suppl. 2: 26-30.
- Gasparini P. e Tabacchi G. (a cura di), 2011 - *L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Edagricole, Milano, 653 p.
- Gemignani G., 1988 - *Risultati di un trentennio di sperimentazione sugli eucalitti in Italia*. In: Scritti di Selvicoltura in onore di Alessandro de Philippis. Istituto di Selvicoltura Firenze / Società Agricola e Forestale (gruppo ENCC) Roma, p. 67-87.
- Giordano G., 1988 - *Tecnologia del legno*. Vol. III, Parte seconda: *I legnami del commercio*. UTET, p. 960-961.
- GSE, 2018 - *Rapporto statistico. Energia da fonti rinnovabili in Italia. Anno 2016*.
- Herrero C., Juez L., Tejedor C., Pando V., Bravo F., 2014 - *Importance of root system in total biomass Eucalyptus globulus in northern Spain*. Biomass and Bioenergy, 67: 212-222. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.04.023>
- Hippoliti G., Piegai F., 2000 - *Tecniche e sistemi di lavoro per la raccolta del legno*. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Mughini G., 2016 - *Suggerimenti per un eucalitticoltura clonale sostenibile nelle aree a clima mediterraneo dell'Italia centro-meridionale*. Forest@, 13: 41-46.

- Mughini G., Gras M., Salvati L., 2014 - *Growth performance of selected eucalypt hybrid clones for SRWC in central and southern Italy*. *Annals of Silvicultural Research*, 38 (1): 7-12.
- Santangelo E., Scarfone A., Del Giudice A., Acampora A., Alfano V., Suardi A., Pari L., 2015 - *Harvesting systems for poplar short rotation coppice*. *Industrial Crops and Products* 75 (B): 85-92. - doi: 10.1016/j.indcrop.2015.07.013.
- Sperandio G., Verani S., 1998 - *La raccolta della biomassa forestale per uso energetico*. *Mondo Macchina*, 7 (9): 10-22.
- Sperandio G. e Verani S., 2003 - *Tre mezzi per l'esbosco di legna da ardere. Analisi tecnico-economica in tre aree sperimentali nel Lazio*. *Sherwood*, 92: 13-19.
- Sperandio G., Verani S., Di Matteo G., 2011 - *SRC, aumentare le superfici per abbattere i costi*. *Terra e Vita*, 52, Speciale Bioenergie, suppl. al n. 29-30: 26-30.
- Sperandio G., 2010 - *Ceduo di eucalipto per produzione di cippato. Sostenibilità economica di un cantiere a meccanizzazione spinta*. *Sherwood*, 167: 39-44.
- Spinelli R., Verani S., 2000 - *La raccolta del legno per uso energetico industriale*. *Sherwood Foreste e Alberi Oggi*, 62: 43-48.
- Talluri F., Piegai F., 2012a - *Gabbie tradizionali e affastellatrici a confronto*. *Sherwood*, 186: 13-19, parte 1.
- Talluri F., Piegai F., 2012b - *Gabbie tradizionali e affastellatrici a confronto*. *Sherwood*, 187: 13-19, parte 2.
- Tarchi M., Verani S., Sperandio G., 2013 - *Energia e calore da pioppo e potature di vite e olivi*. *Terra e Vita*, 29-30: 28-31.
- Verani S., 2001 - *Produttività di lavoro nel taglio a raso di una piantagione di eucalitto*. *Mondo Macchina*, 10 (3): 24-27.
- Verani S., Calienno L., Pignatti G., Sperandio G., 2017 - *Esbosco di legna da ardere a soma con trattore. Un caso di studio su produttività e costi*. *Sherwood*, 230: 35-38.
- Verani S., Sperandio G., 2005 - *La meccanizzazione negli interventi selvicolturali*. *Alberi e Territorio*, n. 10/11: 14-18.
- Verani S., Sperandio G., 2014 - *Biomassa da eucalipto. La fustaia aumenta la produttività del lavoro*. *Terra e Vita*, 55: suppl. al n. 39: 30-33.