

Triturazione delle ceppaie di pioppo: analisi dei tempi e dei costi dell'operazione

Giulio Sperandio*⁽¹⁾, Stefano Verani⁽²⁾

(1) Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria (CRA-ING), v. della Pascolare 16, I-00015 Monterotondo (RM - Italy); (2) Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per le Produzioni Legnose fuori Foresta (CRA-PLF), v. Valle della Quistione 27, I-00166 Roma (RM - Italy) - *Corresponding Author: Giulio Sperandio (giulio.sperandio@entecra.it).

Abstract: *Poplar stump grinding: analysis of work time and costs.* After harvesting and extracting poplar trees, the agricultural land should be restored for further cultivation by removing the root systems. This operation is done with extraction or stumps grinding using special machines. In Italy, the stumps grinding is actually the operation more practiced. This paper deals with an analysis of work time, productivity and costs of the poplar stumps grinding, performed by two different operators. The poplar plantation was established with Neva (*Populus x euramericana*) clone and was harvested in march 2012. The plantation was located in Monterotondo (Rome), inside the farm of the Agricultural Engineering Research Unit (CRA-ING). Inside of two experimental plots, of the unit surface area of 0.66 ha, the diameters of all the stumps (220) has been measured in order to establish a correlation between the gross grinding time and the diameter of the grinded stump. The influence of diameter of stump on the grinding cycle time was assessed by a regression of the type $T = A + Bx$, where T is the gross time of grinding, A and B coefficients to be determined and x is the diameter of the stump. The resulted regressions were subjected to ANOVA test. The results showed an average work productivity of 111 stumps h^{-1} , with significant differences between operators that underlines the importance of experience and competence of the operator. The productivity obtained on stumps with small diameters (23 cm) can reach 157 stumps h^{-1} for the expert operator, against 106 stumps h^{-1} of a less expert operator. The economic analysis was assessed on a cost per stump and per hectare. In referring to the average of the stumps diameters in the experimental plots (30 cm), an average cost of 1.57 € stump⁻¹ was calculated, corresponding to 522 € ha⁻¹, with a lower cost for expert operator corresponding to 424 € ha⁻¹ (1.27 € stump⁻¹), and a higher cost for the other operator of € 620 ha⁻¹ (1.86 € stump⁻¹).

Keywords: Stump, Poplar, Work Times, Productivity, Costs

Received: Jul 04, 2012; Accepted: Oct 31, 2012; Published online: Dec 03, 2012

Citation: Sperandio G, Verani S, 2012. Triturazione delle ceppaie di pioppo: analisi dei tempi e dei costi dell'operazione. Forest@ 9: 293-300 [online 2012-12-03] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0707-009>

Introduzione

Nella gestione di un pioppeto l'eliminazione delle ceppaie rappresenta l'ultima operazione da effettuare prima di lavorare il terreno e porlo nuovamente a coltura. Le tecniche di eliminazione delle ceppaie sono sostanzialmente due: l'estrazione e la triturazione. I primi studi sui tempi di lavoro per l'estrazione delle ceppaie di pioppo risalgono alla seconda metà del secolo scorso (Giordano 1954, Currò 1963, Currò & Ghisi 1966) quando l'operazione era di uso comu-

ne e rientrava nei canoni di una buona pratica colturale del pioppeto. Con l'estrazione infatti si viene ad asportare dal terreno la quasi totalità della ceppaia, ostacolando così possibili insediamenti di "rosellina" (*Rosellinia necatrix* Prill.), che insieme all'*Armillaria Mellea* Vahl. (Anselmi & Giorcelli 1990) è l'agente patogeno maggiormente responsabile del marciume radicale. La "rosellina" in Italia è diffusa prevalentemente lungo la valle e il delta del fiume Po ed il suo attacco può causare sul pioppeto perdite di produ-



Fig. 1 - Residui della ceppaia dopo la triturazione.

zione anche del 5% (Cellerino et al. 1986). A livello europeo il recupero e l'utilizzo industriale delle ceppaie su larga scala risale al 1970 nei paesi scandinavi quando l'industria della pasta legno aveva sempre più bisogno di materia prima e le ceppaie di pino ed abete venivano estratte ed utilizzate. L'estrazione av-



Fig. 2 - Tritaceppi collegato alla presa di potenza del trattore.

veniva con escavatori muniti di pinza *Pallari*, una pinza appositamente disegnata per sradicare e spaccare le ceppaie (Verani et al. 2008). Attualmente la Spagna sembra porsi il problema del recupero delle ceppaie per utilizzo energetico e prove sperimentali finalizzate alla determinazione di adeguate tecniche di lavoro e agli aspetti economici sono state fatte nel 2007 (Tolosana et al. 2011). In Italia, la pratica dell'estrazione delle ceppaie di pioppo (Spinelli & Spinelli 1998), a causa soprattutto degli alti costi dell'operazione, è stata negli ultimi anni notevolmente ridotta; fanno ancora eccezioni aree a forte densità pioppicola, ad esempio il ferrarese, dove la presenza di una grossa centrale (a Bando d'Argenta) può garantire il ritiro del materiale per scopi energetici permettendo ai proprietari dei pioppeti un ulteriore possibile introito. Con il termine di estrazione della ceppaia, fatta eccezione per la pratica di estirpazione totale effettuata con un escavatore, si intende sostanzialmente l'asportazione di una "carota" con un cavaceppi, un tubo metallico del diametro di 35-50 cm munito di un bordo tagliente intercambiabile, esternamente dotato di due alette inclinate necessarie per la frantumazione delle radici laterali. Il cavaceppi è portato posteriormente ad un trattore e tramite una coppia conica, che ne determina la rotazione, si avvita sulla ceppaia inglobandola. Una volta che la ceppaia è inglobata il cavaceppi viene sollevato e per mezzo di un estraattore idraulico la "carota" viene espulsa a terra. La carota viene poi pulita mediante "flagellazione" con degli spezzoni di catena montati su due assi orizzontali controrotanti posti all'interno di un carrello e azionati da un motore idraulico. La ceppaia viene posta tra i due assi e durante la "flagellazione" vengono asportati sassi e terra (Spinelli & Verani 2000). Con la triturazione invece la ceppaia e le radici vengono ridotte in piccoli pezzi di legno (Fig. 1) che rimangono poi sul terreno (Sperandio & Verani 2002, Picchio et al. 2012). Nel presente contributo sono riportati i risultati tecnico-economici della triturazione di ceppaie di un pioppeto ubicato all'interno dell'Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria CRA-ING di Monterotondo e sottoposto a taglio nel mese di marzo 2012.

Materiali e metodi

La triturazione delle ceppaie è stata effettuata successivamente al taglio di un pioppeto del clone "Neva" (*Populus x euramericana*) dell'età di 19 anni. La piantagione aveva un sesto d'impianto rettangolare con interdistanza di 6 x 5 m (333 ceppaie ha⁻¹) ed una superficie di 5.256 ha. Il terreno, prevalentemen-



Fig. 3 - Particolare dei due coltelli (alette) del trita ceppi.

te argilloso, era completamente pianeggiante. Il trita ceppi in esame, il Rotor Ferri 168, è un attrezzatura portata posteriormente e collegata alla presa di potenza di un trattore, in questo caso un Massey Ferguson 7499 Dyne VT della potenza di 176 kW. Il trita ceppi è una struttura metallica così costituita: una parte superiore, la scatola di riduzione dove è inserita la presa di potenza, una parte cilindrica imbullonata alla scatola di riduzione su cui è collegato verso il basso un asse cilindrico che porta alla sua estremità due eliche orizzontali sulle quali sono saldati due coltelli affilati (lunghezza complessivamente 1.45 m), che termina con una punta a vite (Fig. 2). La vite ed i coltelli, penetrando nella ceppaia per una profondità massima di 1.2 m, ne effettuano la triturazione con



Fig. 4 - Triturazione di una ceppaia di pioppo.

velocità media di rotazione di circa 31 r.p.m. (rivoluzioni per minuto - Fig. 3 e Fig. 4). La sequenza operativa del lavoro è così suddivisa: il trattore si posiziona all'inizio della fila di ceppaie più esterna della piantagione e avanza fino a far coincidere la punta a vite del trita ceppi con il centro della ceppaia, poi, innestata la presa di potenza (regolata a 1000 r.p.m.), il trita ceppi si avvita sulla ceppaia. Una volta terminata l'operazione il trita ceppi viene estratto e posizionato sul centro della ceppaia successiva. Terminata la triturazione di una fila di ceppaie il trattorista inverte il senso di marcia ed inizia il lavoro su un'altra fila (Fig. 5).

I tempi di lavoro sono stati rilevati su una superficie complessiva di 1.32 ha, suddivisa in due parcelle sperimentali, parcelle A e B, con caratteristiche del

Fig. 5 - Visione parziale del campo dopo la triturazione delle ceppaie.



Tab. 1 - Elementi di base per il calcolo dei costi orari della triturazione delle ceppaie.

Descrizione voci	Massey Ferguson 7499 Dyne VT	Rotor Ferri 168 tritaceppi
Valore a nuovo (€)	120000	40000
Valore di recupero (€)	12885	4295
Vita utile (anni)	10	10
Impiego annuo (h)	1000	300
Potenza nominale (kW)	176	-
Tasso d'interesse (%)	5	5
Consumo medio carburante (l h ⁻¹)	26.40	-
Consumo medio lubrificanti (l h ⁻¹)	1.06	0.27
Spazio rimessaggio (m ²)	25	6
Costo conduttore del mezzo (€ h ⁻¹)	15.00	-
Costo medio carburante (€ l ⁻¹)	1.66	-
Costo medio lubrificante (€ l ⁻¹)	9.00	9.00
Costo set pneumatici (€)	2500	-
Costo costruzione ricovero (€ m ⁻²)	500	500
Coeff. riparazioni	0.65	0.85
Coeff. manutenzioni	0.15	0.15
Coeff. assicurazione	0.03	-

terreno simili e superficie unitaria di 0.66 ha. All'interno di ogni parcella, sulla quale hanno lavorato due diversi operatori (operatore A nella parcella A e operatore B nella parcella B), erano presenti 220 ceppaie distribuite su 10 file. Prima dell'inizio della triturazione è stato misurato il diametro di ogni ceppaia; il valore è la media tra due diametri presi ortogonalmente tra di loro al fine di ridurre l'errore dovuto all'irregolarità nella forma della ceppaia. I diametri sono stati rilevati al fine di poter stabilire una relazione matematica tra il tempo necessario per la triturazione di una ceppaia e il suo diametro. I tempi di lavoro (in minuti centesimali) sono stati rilevati con tabella cronometrica, seguendo la metodologia del rilievo in successione delle fasi di lavoro (Berti et al. 1989). Le fasi di lavoro sono state così codificate: *posizionamento*, periodo in cui il trattorista posiziona il tritaceppi sulla ceppaia; *triturazione*, periodo in cui il tritaceppi si avvita sulla ceppaia, la riduce in scaglie e poi viene estratto dalla ceppaia; *avanzamento*, periodo in cui il trattore avanza da una ceppaia all'altra; *voltata*, periodo in cui il trattorista cambia senso di marcia per iniziare la triturazione di un'altra fila di ceppaie; *tempi improduttivi*, periodo in cui il trattore o trattorista non lavorano. Per la determinazione del costo dell'operazione è stata condotta un'analisi economica basata su metodologia analitica di valutazione dei costi delle macchine e delle attrezzature impiegate (Baraldi & Capelli 1973, Miyata 1980, Ribaud 1977). Sono stati inoltre considerati il costo di tra-

sferimento della macchina e l'utile d'impresa. In Tab. 1 sono riportati i principali elementi tecnici ed economici impiegati nella valutazione economica.

Risultati

Dall'elaborazione dei dati sperimentali risulta che il tempo medio lordo di eliminazione della ceppaia, calcolato per le due parcelle, è stato di 0.54 minuti, con un minimo di 0.44 minuti a ceppaia per la parcella A e un massimo di 0.64 minuti a ceppaia per la parcella B. La produttività media lorda complessiva è stata di 111 ceppaie h⁻¹, che sale a 137 ceppaie h⁻¹ nella parcella A, e scende a 94 ceppaie h⁻¹ nella parcella B. La ripartizione dei tempi delle diverse fasi di lavoro in termini assoluti e la ripartizione percentuale sul totale per i due operatori sono riportate nelle Fig. 6 e Fig. 7. I due grafici mostrano evidenti differenze soprattutto nella fase di posizionamento (quasi completamente annullata nell'operatore A) e nel tempo di triturazione, inferiore del 24.5% per l'operatore A rispetto al B. La relazione esprime il tempo lordo di eliminazione della ceppaia (T) in funzione del relativo diametro (d) è risultata $T = 0.2016 + 0.0079 d$ ($n = 220$, $R^2 = 0.521$) per l'operatore A, mentre per l'operatore B, $T = 0.3142 + 0.0108 d$ ($n = 220$, $R^2 = 0.492$), con T espresso in minuti e d in cm (Fig. 8). Nella determinazione delle equazioni i tempi improduttivi sono stati ripartiti su ogni singola osservazione. La bontà della relazione è avvalorata dall'analisi ANOVA che ha evidenziato valori di F

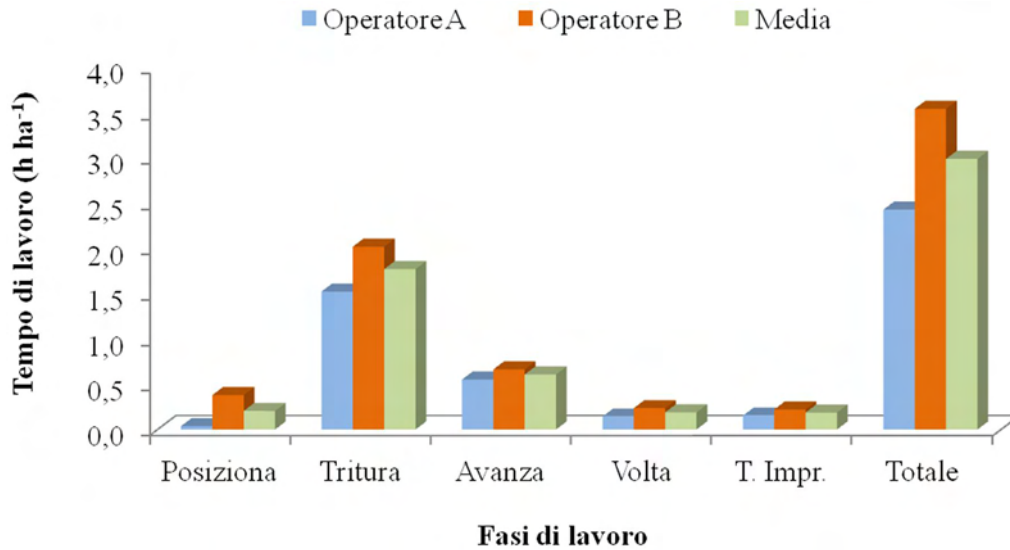


Fig. 6 - Ripartizione del tempo lordo per fase operativa per i due operatori.

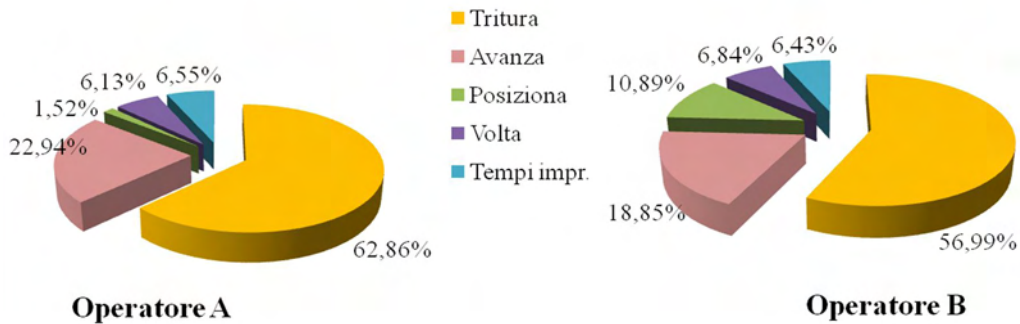


Fig. 7 - Ripartizione percentuale delle fasi operative della triturazione per i due operatori.

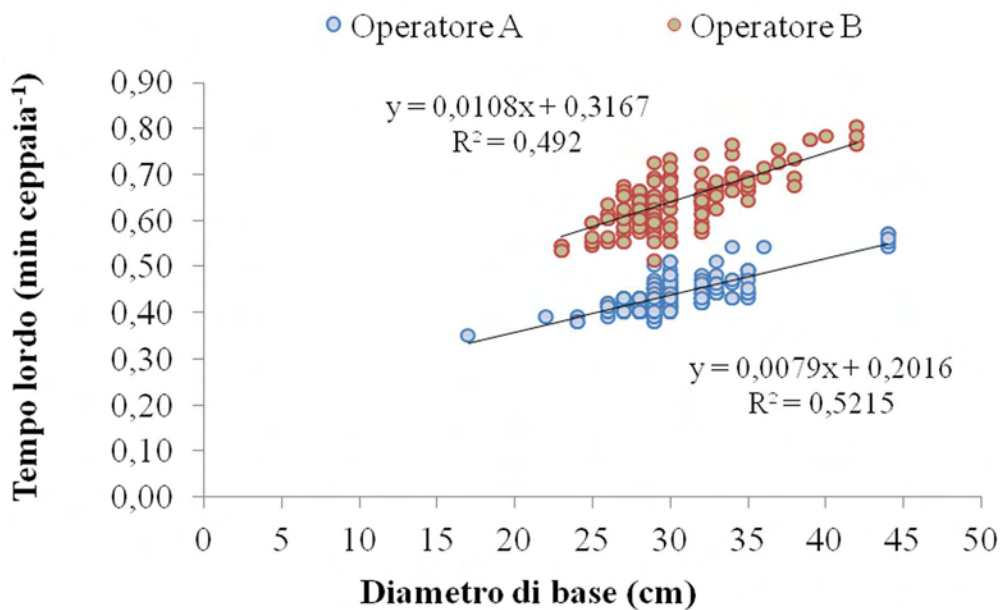


Fig. 8 - Variazione del tempo lordo di triturazione a ceppaia (in minuti) in funzione del diametro della ceppaia per i due operatori.

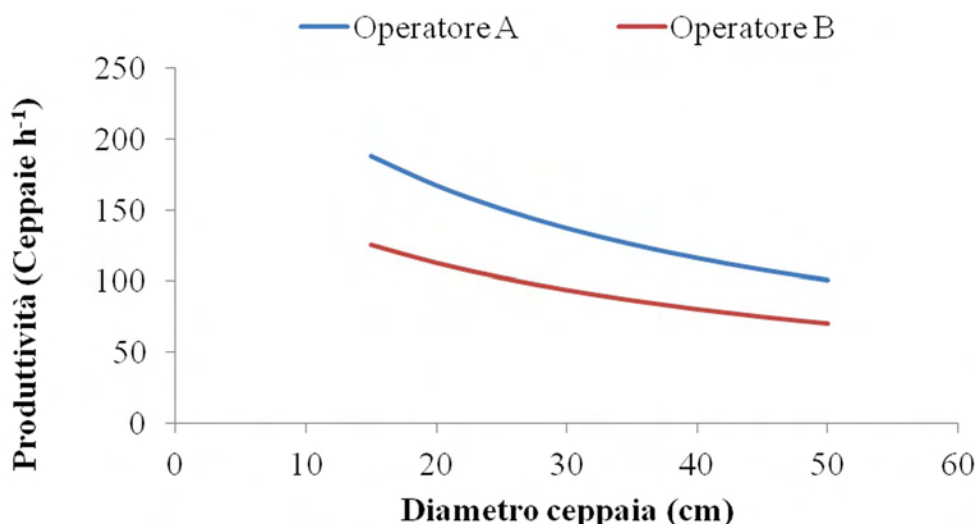


Fig. 9 - Produttività lorda di lavoro in funzione del diametro medio delle ceppaie.

Tab. 2 - Calcolo analitico dei costi del cantiere.

Voci di costo	Massey Ferguson 7499 Dyne VT	Rotor Ferri 168 tritaceppi
Costi fissi annui (€ anno ⁻¹)	18276.89	4867.88
Costi fissi orari (€ h ⁻¹)	18.28	16.23
Costi variabili orari (€ h ⁻¹)	63.77	16.00
Costo manodopera (€ h ⁻¹)	15.00	-
Totale costo di esercizio (€ h ⁻¹)	97.04	32.22

Tab. 3 - Articolazione del costo orario considerato nel calcolo.

Descrizione	Costo (€ h ⁻¹)
Costo orario del cantiere	129.26
Costo trasferimento macchina	19.39
Utile e rischi d'impresa	25.85
Totale costo	174.50

rispettivamente di 237.60 e 211.12, ampiamente superiori a quelli tabulati per un livello di significatività $p < 0.0001$. Sulla base delle equazioni ricavate è stata determinata la variazione della produttività lorda di lavoro dei due operatori al variare del diametro delle ceppaie (Fig. 9). Per un diametro minimo di 23 cm l'operatore A ottiene una produttività di 157 ceppaie h⁻¹, che si riduce a 113 ceppaie h⁻¹ per diametri massimi di 42 cm; per l'operatore B invece, a parità di diametri, si passa da 106 ceppaie h⁻¹ a 78 ceppaie

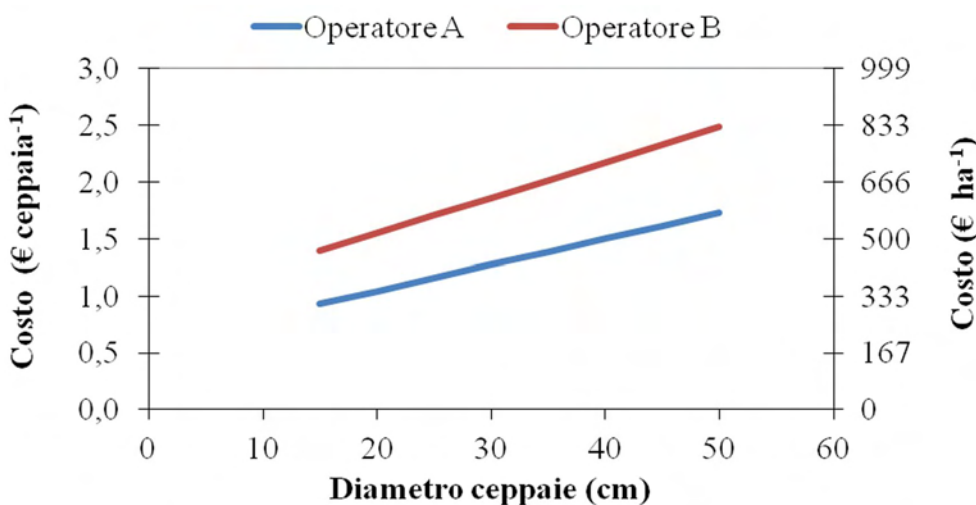


Fig. 10 - Variazione del costo di triturazione (a ceppaia e ad ettaro) in funzione del diametro medio delle ceppaie.

h^{-1} . La riduzione della produttività risulta inferiore per l'operatore B di oltre il 30%.

Il costo orario analitico del cantiere è risultato di 129.26 € h^{-1} , la cui ripartizione in costi fissi e variabili è riportata in Tab. 2. Per il calcolo complessivo del costo dell'operazione, a tale valore, è stato aggiunto un ulteriore 35% così ripartito: 15% per il costo di trasferimento della macchina sul luogo d'intervento ed un 20% per l'utile d'impresa. Il costo orario del cantiere effettivamente considerato nell'analisi è stato pertanto di 174.50 € h^{-1} , come mostrato in Tab. 3. Combinando tale costo con le curve di produttività della Fig. 9, è stata ottenuta la Fig. 10, dove viene mostrata la variazione del costo complessivo, a ceppaia e ad ettaro, in funzione del diametro delle ceppaie. Il costo medio dell'operazione è compreso tra le due curve delineate per i due operatori e, facendo riferimento al diametro medio delle ceppaie nelle parcelle sperimentali (30 cm), tale costo risulta di $1.57 \text{ € ceppaia}^{-1}$, con un range di variazione da 1.27 a $1.86 \text{ € ceppaia}^{-1}$, rispettivamente per gli operatori A e B.

Considerazioni

La triturazione delle ceppaie, rispetto alla loro estrazione, anche se determina una perdita di biomassa, oggi risulta quasi sempre, anche per motivi di maggiore semplicità dell'operazione, la tecnica più impiegata per l'eliminazione delle ceppaie per ripristinare il terreno e prepararlo ad una successiva coltura. I risultati ottenuti mostrano una produttività media lorda di lavoro di 111 ceppaie h^{-1} , con un range di variazione compreso tra 137 e 94 ceppaie h^{-1} rispettivamente per i due operatori. Tali valori risultano inferiori a quelli osservati in altri studi sull'argomento (Sperandio & Verani 2002, Spinelli et al. 2005). Dalla relazione ricavata del tempo lordo di triturazione in funzione del diametro della ceppaia (range di variazione 17-44 cm e 23-42 cm rispettivamente nelle parcelle sperimentali A e B) si evidenzia come un aumento di 5 cm del diametro della ceppaia, ad esempio da 25 a 30, comporti, rispettivamente per l'operatore A e B, una diminuzione oraria della produttività di 14 e 8 unità (da 151 a 137 ceppaie h^{-1} per l'operatore A e da 102 a 94 ceppaie h^{-1} per l'operatore B). Naturalmente la differenza di produttività di lavoro dei due operatori, si ripercuote sul costo dell'operazione: il costo medio dell'operazione per unità di superficie risulta di 522 € ($1.57 \text{ € ceppaia}^{-1}$), con un valore minimo, ottenuto dall'operatore A di 424 € ($1.27 \text{ € ceppaia}^{-1}$) e un costo massimo di 620 € ($1.86 \text{ € ceppaia}^{-1}$). Le significative differenze di pro-

duzione rilevate per i due operatori dimostrano come la professionalità del personale sia un fattore importante per una buona esecuzione del lavoro (ciò vale per tutti i lavori boschivi) che ha ripercussioni positive sull'economicità dell'operazione e sulla sicurezza nella sua esecuzione.

Bibliografia

- Anselmi N, Giorcelli A (1990). Marciumi radicali da *Rosellinia necatrix* PRILL. *Informatore Patologico* 1: 45-52.
- Baraldi G, Capelli G (1973). Elementi tecnici per il calcolo del costo di esercizio delle macchine agricole. *Genio Rurale* 9: 37-76.
- Berti S, Piegai F, Verani S (1989). Manuale d'istruzione per il rilievo dei tempi e delle produttività nei lavori forestali. Quaderni dell'Istituto di Assestamento e di Tecnologia forestale, Università di Firenze, vol. IV, pp. 65.
- Cellerino GP, Anselmi N, Giorcelli A (1986). Sur la distribution en Italie de *Rosellinia Necatrix* (Hart.) Berl. Sur peuplier et sur quelques conditions du milieu et des cultures qui en favorisent les attaques. In: Proceedings of the XXIV Conference "Working party on diseases". Bordeaux (France) September 22-24, 1986. FAO, International Poplar Commission.
- Currò P (1963). Dell'utilizzazione e sgombero delle tagliate di pioppo. *Monti e Boschi* 1: 27-30.
- Currò P, Ghisi G (1966). Tempi di utilizzazione di un pioppeto con seghe a catena. *Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale* 9: 69-79.
- Giordano G (1954). Tempi e resa nell'utilizzazione del pioppo. *Cellulosa e Carta* 5 (9): 7-15.
- Miyata ES (1980). Determining fixed and operating costs of logging equipment. General technical report NC-55, North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Newtown Square, PA, USA.
- Picchio R, Verani S, Sperandio G, Spina R, Marchi E (2012). Stump grinding on poplar plantation: working time, productivity, economic and energetic inputs. *Ecological Engineering* 40 (2): 117-120. - doi: [10.1016/j.ecoleng.2011.11.012](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.11.012)
- Ribaudo F (1977). Il costo di esercizio delle macchine agricole. *Macchine e Motori Agricoli* 101:101-116.
- Sperandio G, Verani S (2002). Eliminazione delle ceppaie di pioppo: produttività e costi dell'operazione. *Mondo Macchina* 11 (2): 46-49.
- Spinelli R, Spinelli R (1998). La raccolta delle ceppaie di pioppo. *Legno Cellulosa e Carta* 3.
- Spinelli R, Verani S (2000). La raccolta del legno per uso energetico industriale. *Sherwood* 56: 43-48.
- Spinelli R, Nati C, Magagnotti N (2005). Harvesting and transport of root biomass from fast-growing poplar plantation. *Silva Fennica* 39 (4): 539-548. [online] URL:

<http://metla.eu/silvafennica/full/sf39/sf394539.pdf>
Tolosana E, Laina R, Martinez-Ferrari R, Ambrosio Y
(2011). Recovering of forest biomass from Spanish hybrid
poplar plantation. *Biomass & Bioenergy* 35: 2570-2580. -

doi: 10.1016/j.biombioe.2011.02.007
Verani S, Sperandio G, Picchio R, Spinelli R, Picchi G
(2008). Poplar harvesting. Working Paper IPC/8, Forestry
Department, FAO, Rome.