

S h e r w o o d

F O R E S T E E D A L B E R I O G G I

165



www.rivistasherwood.it

Sede Legale, Redazione, Abbonamenti e Pubblicità

Via Pietro Aretino 8, 52100 Arezzo

Tel. e fax (2 linee) 0575.370846, tel. 0575.323504

Posta elettronica: info@rivistasherwood.it

Sito internet: www.rivistasherwood.it

Direttore responsabile: Paolo Mori

Direttore editoriale: Silvia Bruschini

Responsabile scientifico: Paolo Mori

In redazione Massimo Bidini, Carlo Mori, Leda Tiezzi.

Luigi Torreggiani, Maria Cristina Viara

Casa Editrice Compagnia delle Foreste S.r.l., www.compagniadelleforeste.it

Stampa Industria Grafica Valdarnese S.n.c. - San Giovanni V.no (AR)

Collaboratore esterno Leila Firusbakht

ABBONAMENTI 2010 abbonamenti@rivistasherwood.it

Italia	ANNUO ORDINARIO (10 numeri)	Euro 58,00
	BIENNALE ORDINARIO (20 numeri)	Euro 105,00
	SEMESTRALE ORDINARIO (6 numeri)	Euro 35,00
	RIDOTTO* PER STUDENTI: ANNUO	Euro 48,00
	SEMESTRALE	Euro 31,00

*La riduzione è riservata esclusivamente agli studenti iscritti a corsi di laurea universitari. Per questo motivo è indispensabile fare pervenire un documento che attesti tale iscrizione (certificato di frequenza o pagamento delle tasse annuali). Sono esclusi i dottorati di ricerca, le borse di studio, i master e assimilabili.

Estero	ANNUO ORDINARIO Europa	Euro 90,00
	ANNUO ORDINARIO EXTRA Europa	Euro 120,00

Numeri arretrati in Italia

PER ABBONATI	Euro 9,00
PER NON ABBONATI	Euro 12,00

Numeri arretrati Estero

	Euro 20,00
--	------------

(numeri esauriti n. 2-4-5-7-9-20-21-30-31-60-61-62-63-119-127-141)

PAGAMENTO ABBONAMENTI E/O ARRETRATI

C/C postale 51821866 intestato a "Compagnia delle Foreste S.r.l."
52100 Arezzo.

COMUNICAZIONE AGLI ABBONATI

Le copie non pervenute dovranno essere richieste non oltre 30 giorni dal ricevimento del numero successivo: trascorso tale termine la Compagnia delle Foreste non si riterrà responsabile dei numeri andati persi.

L'abbonamento non è retroattivo e decorre dal 1° numero raggiungibile.

DIFFUSIONE E DESTINATARI Liberi Professionisti, Tecnici forestali di Enti Pubblici, Imprese e Cooperative forestali, Pioppicoltori e loro Associazioni, Assessorati Agricoltura e Foreste di Regioni, Province e Comuni, Comunità Montane, Consorzio Forestali, Associazioni ambientaliste, C.F.S., Uffici Territoriali per la Biodiversità, Aziende regionali delle Foreste, Studenti e Neolaureati delle Facoltà di Scienze Forestali e Scienze Naturali, Istituti di ricerca, Parchi Nazionali, Regionali, Provinciali, Aree Protette, Aziende Forestali, Associazioni di categoria, Volontari antincendio boschivi, e tutti coloro che hanno a che fare con la Filiera Foresta-Legno.

CONSIGLIO EDITORIALE STEFANO BERTI, ENRICO BURESTI LATTES, LORENZO CAMORIANO, GAETANO CASTRO, RAFFAELE CAVALLI, LORENZO CICCARESE, SERGIO GALLO, GIORGIO IORIO, LUCIO MONTECCHIO, PAOLO MORI, DAVIDE PETTENELLA, FRANCO PIEGAI, MASSIMO STROPPA, LEDA TIEZZI

INFORMATIVA AI SENSI DELL'ART. 13 D. LGS 196/2003 CODICE IN MATERIA DI PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI

In ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 13 del D. Lgs 196/2003, la Compagnia delle foreste Srl fornisce informazioni riguardanti l'utilizzo ed il trattamento dei dati anagrafici personali in suo possesso. **Finalità del trattamento cui sono destinati i dati** - I dati anagrafici personali sono trattati esclusivamente nell'ambito della divulgazione della produzione della Casa Editrice. **Modalità di trattamento** - In relazione alle indicate finalità, il trattamento dei dati personali avviene mediante strumenti manuali, informatici e telematici, in modo da garantire, ai sensi di legge, la riservatezza e la sicurezza dei dati stessi. I dati non vengono comunicati o diffusi a terzi e per essi viene garantita la massima riservatezza. **Natura della raccolta** - La raccolta dei dati di coloro che hanno sottoscritto un abbonamento ha natura obbligatoria per la stipula ed esecuzione del rapporto contrattuale che si instaura e per motivi di adempimenti di Legge fiscali. Il rifiuto di fornire tali dati comporterà l'impossibilità di instaurare o proseguire il rapporto contrattuale. Il relativo trattamento non è soggetto al consenso dell'interessato. I dati anagrafici di altri soggetti sono stati ripresi da elenchi di pubblico accesso. **Diritti dell'interessato** - L'interessato ha diritto di ottenere: l'aggiornamento, la rettificazione, l'integrazione dei dati, la cancellazione, la trasformazione in forma anonima o il blocco dei dati trattati in violazione di legge. **Titolare responsabile** - Titolare e responsabile del trattamento dei dati personali è la Compagnia delle Foreste Srl, con sede in Arezzo, Via Pietro Aretino 8, nella persona dell'Amministratore Unico Dr. Paolo Mori.

COLLABORAZIONI GRATUITE Il nostro periodico è aperto a tutti coloro che desiderino collaborare nel rispetto dell'Art. 21 della Costituzione che così recita: "Tutti hanno diritto di manifestare il proprio pensiero con la parola, lo scritto e ogni altro mezzo di diffusione", non costituendo, pertanto, tale collaborazione gratuita alcun rapporto di lavoro dipendente o di collaborazione autonoma.

Gli **ARTICOLI** (TECNICI E SCIENTIFICI) PUBBLICATI SU SHERWOOD VENGONO SEGNALATI ALL'INTERNO DI: FORESTRY ABSTRACTS - FORESTRY PRODUCTS ABSTRACTS - AGRIFORESTRY ABSTRACTS (UK); FOREST NURSERY NOTES (USA); ARBORICULTURAL JOURNAL (UK).

ELENCO INSERZIONISTI

Andreas Stihl S.p.A.	pag. 10	Int. Holzmesse Klagenfurt	pag. 51
De Angeli Ing. Andrea S.r.l.	pag. 37	Prov. Tonno - Bosco e Territorio	pag. 38
Ditta Zucchelli	pag. 35	Wood-Mizer Italia S.r.l.	pag. 29

sommario

Il ripristino del trattamento a sterzo 5
Primi interventi nel ceduo di faggio
di Matteo Coppini, Luigi Hermanin

Coerenza ed entità delle statistiche forestali 11
Stime degli assorbimenti netti di carbonio nelle foreste italiane
di Giovanni Tabacchi, Flora De Natale, Patrizia Gasparini

Il cinipide del castagno 21
Diffusione e riflessioni su pratiche colturali
di Alberto Maltoni, Barbara Mariotti, Andrea Tani

Esposizione a vibrazioni da motosega 25
Studio sull'influenza di alcuni parametri
di Lucia Bertuzzi, Fabio Fabiano, Mauro Giannelli, Donatella Pagni, Franco Piegai, Riccardo Sabatini, Tommaso Sangiorgi.

Schede Sicurezza nei lavori forestali 30
Motosega
di Masi M., Borghi P., Giannelli M., Bolognesi R., Giovannini P., Ulivi A., Fabiano F., Piegai F., Grifoni C., Novelli D., Laurendi V., Bitussi D., Pozzo D., Behmann G.

Gestione multifunzionale e sostenibile dei boschi cedui 33

Commenti & Proposte 34
Ritorno al futuro
(ovvero dal colonialismo culturale alla collaborazione interAttiva)
di Lamberto Baratozzi

Formazioni riparie a salice bianco 39
Un'analisi strutturale nel medio corso del fiume Brenta
di Niccolò Marchi, Mario Pividori

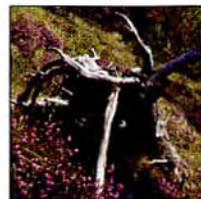
Pioppo da biomassa in rotazione biennale 43
Un'indagine sulla sostenibilità complessiva
di Marco Fiala, Jacopo Bacenetti

Borse & Lavoro 4
Trovato su Internet 20
Ambiente da Leggere 34
Notizie in Pillole 48
Corsi, Convegni & C. 50

Tutti gli articoli proposti a Sherwood sono sottoposti in forma anonima all'esame di Referee.

Gli articoli di carattere descrittivo o informativo sono sottoposti all'esame di due componenti della Redazione e di almeno un Referee esterno. Gli articoli a prevalente carattere tecnico-scientifico sono sottoposti all'esame di almeno un componente della Redazione e di almeno due Referee esterni.

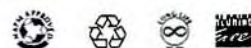
In entrambi i casi la pubblicazione è condizionata all'accettazione, da parte degli Autori, dei commenti della Redazione e dei Referee e alla relativa revisione dei testi.



La foto di copertina è di Luigi Torreggiani

Sherwood per scelta editoriale, è stampata su carta del Sistema Freefile Fedrigoni che impiega l'80% di fibre secondarie recuperate da materiale di scarto tipografico mai stampato, il 15% pura cellulosa e il 5% di cotone. La sbiancatura non prevede l'impiego di cloro.

Tutti i diritti sono riservati. La riproduzione totale o parziale delle illustrazioni e degli articoli pubblicati, con qualsiasi mezzo possibile, elettronico o cartaceo, è subordinata all'autorizzazione scritta dell'Editore, I.V.A. assolta dall'Editore alla fonte ai sensi dell'art.74, 1° comma, lettera C, D.P.R. n.633 del 26/10/72 e succ. modifiche ed integrazioni. Reg. Tribunale di Arezzo n.4/95 del 26/01/95



USPI Associato all'Unione
Stampa Periodica Italiana

Pioppo da biomassa in rotazione biennale

Un'indagine sulla sostenibilità complessiva

di MARCO FIALA
JACOPO BACENETTI

Le *Short Rotation Forestry* (SRF) a finalità energetica sono state ormai da tempo introdotte e studiate nel nostro Paese. E' oggi possibile delinearne un quadro complessivo valutandone la sostenibilità non solo dal punto di vista economico, ma anche sotto l'aspetto energetico e ambientale. L'articolo porta un caso di applicazione del modello SEA (Sostenibilità Economico-energetica e Ambientale), ideato presso il Dipartimento di Ingegneria Agraria di Milano per valutare la sostenibilità complessiva delle SRF. Mentre dal punto di vista energetico e ambientale tale coltura pare interessante, dal punto di vista economico i risultati non appaiono soddisfacenti.

A circa 20 anni dall'introduzione in Italia delle SRF a finalità energetica, le informazioni raccolte permettono di eseguire un'analisi dettagliata dei risultati conseguibili qualora un agricoltore decidesse di dedicare parte della propria superficie aziendale a tale coltura. Lo sviluppo di cloni di pioppo specificatamente selezionati per biomassa da energia e la messa a punto di una tecnica colturale adatta ai nostri areali hanno permesso il sensibile incremento delle rese per ettaro; tuttavia, considerando che il bio-combustibile cippato da SRF spunta sul mercato prezzi piuttosto bassi (attualmente tra 60 e 100 €/t di sostanza secca, in funzione della qualità, che corrispondono a 30-50 €/t di cippato tal quale al 50% di umidità) la sostenibilità economica della coltura dipende in forte misura dalla minimizzazione dei costi di produzione. Obiettivo quest'ultimo che non può prescindere dalla completa meccanizzazione delle operazioni di campo. Recentemente, per tutte le colture energetiche, oltre al raggiungimento della sostenibilità economica destano crescente attenzione e assumono maggiore importanza la sostenibilità energetica e quella ambientale. Ne è prova il fatto che alcune Regioni, nei propri PSR, vincolano il riconoscimento di contributi all'ottenimento di un

bilancio energetico positivo e, talvolta, attribuiscono alle domande pervenute punteggi e priorità diversi proprio in funzione dei risultati energetici correlati.



MODELLO DI CALCOLO

Le informazioni reperibili sulle SRF da energia sono molteplici; tuttavia, molte di esse sono generiche, non sempre risultano chiare e, talvolta, appaiono addirittura in contrasto tra loro e tali da rendere difficoltoso un giudizio obiettivo sulla coltura (ERICSSON *et al.* 2009, FIALA 2008, MANZONE *et al.* 2009, MATTHEWS 2001). Per poter valutare analiticamente le prestazioni sia economiche, sia energetiche, sia ambientali di tutte le filiere agro-energetiche diffuse nel nostro Paese (e, quindi, anche del pioppo da biomassa in rotazione biennale) nel Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano è

stato sviluppato un software specifico, denominato SEA - Sostenibilità Economico-energetica e Ambientale (FIALA e BACENETTI 2009a). In sintesi, per il calcolo dei risultati economici il modello SEA utilizza la metodologia dei Costi Fissi e Costi Variabili (FIALA e BACENETTI 2009a, LAZZARI e MAZZETTO 2005) mentre, per la valutazione energetica, fa riferimento al metodo GER (*Gross Energy Requirement*) (SLESSER e WALLECE 1982), che considera le sole fonti energetiche di origine fossile) con la differenza tuttavia di computare tra gli input anche la manodopera (SARTORI *et al.* 2005). L'analisi della sostenibilità ambientale è condotta sulla base dei medesimi input di quella

Operazione	Macchine operatrici		Tipo Accoppiamento Dimensione (1)	Anno di impiego e n. passaggi (tra parentesi)	
				su SRF	su mais
Concimazione di fondo	Spandiletame	parco aziendale	TP, 10 t, 10 m ³	1 (1)	da 1 a 10 (1)
Lavorazione primaria	Arato versoio	parco aziendale	P, bivomere	1 (1)	da 1 a 10 (1)
Lavorazione secondaria	Erpice rotativo	parco aziendale	PP, 2,40 m	1 (1)	da 1 a 10 (1)
Trapianto talee	Trapiantatrice	impresa di servizi	T, bifila	1 (1)	-
Diserbo	Irroratrice	parco aziendale	PP, 15 m, 1.000 dm ³	1-3-5-7-9 (1)	da 1 a 10 (1)
Controllo parassiti e patogeni	Irroratrice	parco aziendale	PP, 15 m, 1.000 dm ³	1-3-5-7-9 (1)	da 1 a 10 (1)
Concimazione N	Spandiconcime centrifugo	parco aziendale	TP, 1.500 dm ³	3-5-7-9 (1)	da 1 a 10 (1)
Diserbo meccanico	Erpice rotativo	parco aziendale	PP, 2,40 m	1-3-5-7-9 (1)	-
Raccolta (taglio e cippatura)	FTC + Testata specifica	impresa di servizi	Semovente	2-4-6-8-10 (1)	-
Trasporto allo stoccaggio aziendale (a 2 km)	3 Rimorchi	2 parco az. e 1 impresa di servizi	T, 22 m ³	2-4-6-8-10 (1)	da 1 a 10 (1)
Ripristino finale terreno	Zappatrice	impresa di servizi	P, 1,2 m	10 (1)	-

(1) Accoppiamento: PP = portato con pdp; P = portato senza pdp; T = trainato; TP = trainato con pdp (AA.VV. 2009).

Tabella 1 - Meccanizzazione culturale: macchine operatrici e loro impiego.

Operazione	Unità di misura	Trattori	Operatrici
Capacità di lavoro	ha/h	-	Variabile in relazione alla MO
Potenza richiesta	kW	-	Variabile in relazione alla MO
Consumo materiali	kg/h	-	Variabile in relazione alla MO
Impiego annuo	h/anno	massimo 800	Variabile in relazione alla SAU e Capacità Operativa o della MO
Tipologia	-	Gommati, 2RM o 4RM in relazione all'operazione da svolgere	-
Potenza nominale	kW	Variabile in relazione alla MO accoppiata	-
Tipo accoppiamento	-	-	Variabile in relazione alla MO
Consumo specifico minimo gasolio	g/kWh	220	-
Carico motore con Cs minimo	%	85	-
Valore a nuovo	€	Variabile in relazione alla potenza	Variabile in relazione alla MO
Tasso di deprezzamento	%	12,5	Variabile in relazione alla MO
Tasso di interesse	%	4	4
Durata fisica	h	12.000	Variabile in relazione alla MO
Durata economica	anni	12	Variabile in relazione alla MO
Costo gasolio	€/kg	0,79	0,79 (1)
Costo lubrificante	€/kg	4,00	4,00 (1)
Numero addetti	-	1	Variabile in relazione alla MO
Costo orario addetti	€/h	15,00	12,50
Coeff. spese varie	%	1,5	Variabile in relazione alla MO
Coeff. manutenzione e riparazione	%	80	Variabile in relazione alla MO

MO: mano d'opera.

(1) solo per macchine operatrici semoventi.

Tabella 2 - Parametri tecnico-economici adottati per i mezzi meccanici.

energetica, valutati in funzione del loro Fattore Emissivo Specifico (LAI 2004) o, in suo difetto, sulla base di un Fattore Emissivo Unitario Medio (0,575 kg CO₂ equivalenti/kWh,) (Assoelettrica 2007) che indica la quantità di gas a effetto serra (GHG) emessa per unità di energia consumata nel ciclo di produzione. Il modello SEA opera su scala aziendale ed esegue l'analisi ipotizzando la conversione di quote crescenti di SAU aziendale da colture alimentari a pioppo SRF; il parco macchine disponibile in azienda viene, dunque, impiegato su entrambe le tipologie colturali. In funzione delle caratteristiche specifiche dello scenario ipotizzato (SAU aziendale, coltivazioni pratiche, tecnica colturale adottata, meccanizzazione delle operazioni di campo ecc.) vengono calcolati per unità di massa di cippato: costo di produzione e profitto (€/t_{SS}), input e output energetici (MJ/t_{SS}), GHG emessi e assorbiti (t CO₂ equivalenti /t_{SS}).

SRF BIENNALE

I risultati di seguito riportati si riferiscono a una tipica azienda irrigua della Pianura Padana. Tale azienda possiede una SAU complessiva di 80 ha e ha convertito 40 ha da mais da granella a pioppo SRF biennale, il cui cippato è a destinazione energetica (bio-combustibile).

Il sesto di impianto del pioppo è a fila singola, con densità di 5.560 piante/ha (distanza sulla fila 60 cm; interfila 3 m); la coltivazione prevede l'impiego di AF2, clone fra i migliori in termini di resa in biomassa. La durata complessiva del ciclo colturale è 10 anni. La tecnica colturale adottata per il pioppo biennale è quella definita nel disciplinare di

produzione recentemente pubblicato (AA.VV. 2009). Nel caso in studio la messa a dimora, eseguita da contoterzisti, avviene - a inizio primavera - tramite talee, su suolo precedentemente letamato (50 t/ha), arato e amminutato. La lotta alle infestanti prevede, negli anni successivi all'impianto e alla ceduzione, un intervento con erbicida e due passaggi con erpice. La fertilizzazione azotata di copertura si effettua con concimi minerali apportando 80 kg/ha di N dopo ogni taglio. Il controllo di patogeni e parassiti prevede un intervento nell'anno di messa a dimora e dopo ogni ceduzione (negli altri anni del ciclo colturale si ipotizza non venga superata la soglia di intervento). L'irrigazione è effettuata dopo la messa a dimora in maggio-giugno (400 m³/ha) e dopo ogni ceduzione. Le operazioni di raccolta sono eseguite a cantieri riuniti (taglio-cippatura dei polloni mediante FTC semovente dotata di apposita testata e trasporto all'accumulo aziendale, mediamente distante 2 km dagli appezzamenti interessati alla SRF) da contoterzisti che attuano anche il ripristino del terreno a fine ciclo. La Tabella 1 riporta le operatrici impiegate nel corso del ciclo colturale, le loro principali caratteristiche e il tipo di accoppiamento, gli anni in cui è eseguita l'operazione nonché il numero di interventi effettuati per ciascun anno, sia sul pioppo SRF, sia sul mais che occupa la restante superficie aziendale. In Tabella 2 sono riportati i parametri tecnico-economici adottati per il calcolo dei costi di meccanizzazione, mentre in Tabella 3 sono indicate le dosi, i costi e gli equivalenti energetici dei fattori produttivi (diretti e indiretti) impiegati sul pioppo SRF; infine, la Tabella 4 riporta il Fattore Emissivo Specifico per il gasolio. Oltre ai

Fattore Produttivo	Dose		Valore economico		Valore energetico	
	Unità misura	Quantità	Unità misura	Prezzo	Unità misura	Contenuto Energetico
Materiale di impianto	talee/ha	5.560	€/talea	0,15	MJ/kg	37 ⁽¹⁾
Letame per concimazione di fondo	t/ha	50	€/t	2,25	MJ/t	100 ⁽¹⁾
Concimazione azotata in copertura	kg/ha/intervento	80	€/kg	0,3	MJ/kg	74 ⁽¹⁾
Erbicidi	kg/ha/intervento	5	€/kg	14	MJ/kg	201 ⁽¹⁾
Antiparassitari	kg/ha/intervento	2,5	€/kg	89	MJ/kg	603 ⁽¹⁾
Acqua	kg/ha/intervento	400	€/m ³	0,05	MJ/m ³	0 ⁽¹⁾
Gasolio	-	-	€/kg	0,79	MJ/kg	51,50 ⁽¹⁾
Lubrificante	-	-	€/kg	4,00	MJ/kg	83,70 ⁽¹⁾
Manodopera	-	-	€/h	15,00	MJ/h	2,30 ⁽¹⁾
Trattore	-	-	€	Variabile	MJ/kg	92 ⁽²⁾
Macchine operatrici	-	-	€	Variabile	MJ/kg	69 ⁽²⁾

(1) Input Diretti; (2) Input Indiretti (AA.VV. 2009, FIALA e BACENETTI 2009b, JARACH 1985, LAI 2004, SARTORI *et al.* 2005).

Tabella 3 - Dosi, valori economici ed energetici dei fattori produttivi (diretti e indiretti) impiegati sul pioppo SRF.

Gas	Fattori Emissivi (kg CO ₂ /MJ)	GWP ⁽¹⁾
CO ₂	0,074	1
CH ₄	4·10 ⁻⁶	21
N ₂ O	2,8·10 ⁻⁵	310

(1) Global Warming Potential (GWP): misura il contributo di un gas all'effetto serra ed è calcolato per uno specifico periodo di tempo. Questo indice è basato su una scala relativa che confronta il gas considerato con un'uguale massa di CO₂, il cui GWP è, per definizione, pari a 1.

Tabella 4 - Il Fattore Emissivo Specifico per il gasolio (3,6 kg di CO₂ eq/kg di gasolio) si calcola a partire dal suo Potere Calorifico Inferiore (42,7 MJ/kg), tenuto conto dei fattori emissivi dei singoli GHG e dei corrispondenti GWP.

Fattore Produttivo	Quantità		Costo	
Materiale di impianto	talee/ha	5.560	€/ha	835,00
Letame per concimazione di fondo	t/ha	50	€/ha	125,00
Concimazione azotata in copertura	kg/ha	320	€/ha	96,00
Erbicidi	kg/ha	20	€/ha	280,00
Antiparassitari	kg/ha	10	€/ha	890,00
Acqua	m ³ /ha	2.000	€/ha	100,00
Gasolio	kg/ha	311	€/ha	300,00
Lubrificante	kg/ha	2,6	€/ha	10,00
Manodopera	h/ha	45	€/ha	670,00

Tabella 5 - Input diretti impiegati nel corso dell'intero ciclo colturale del pioppo SRF: quantità e costi.

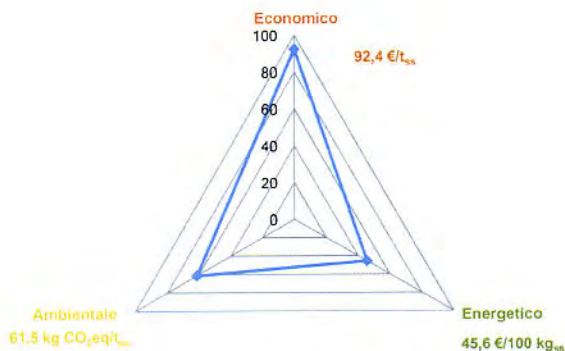


Grafico 1 - La sostenibilità complessiva è espressa dalla terna di risultati ottenuti dall'applicazione del modello SEA e riferiti alla sostanza secca del cippato. Quanto più l'area del triangolo identificato dai vertici "costo economico - costo ambientale - costo energetico" è ridotta, tanto maggiore risulta la sostenibilità complessiva della coltura.

LEGENDA: costo economico (arancione), costo energetico (verde) e costo ambientale (ocra) per unità massa di sostanza secca prodotta.

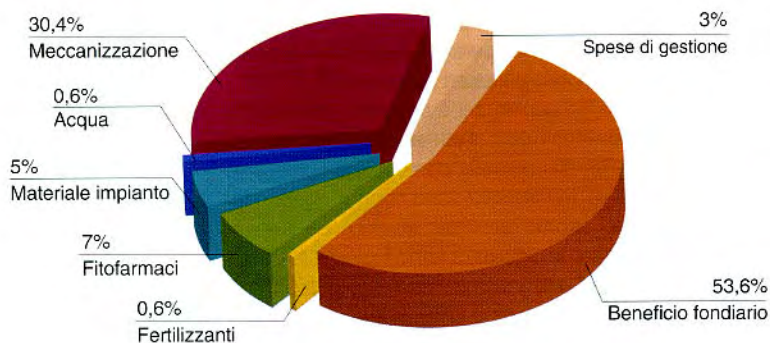


Grafico 2 - Incidenza delle diverse voci nella formazione del costo economico (produzione).

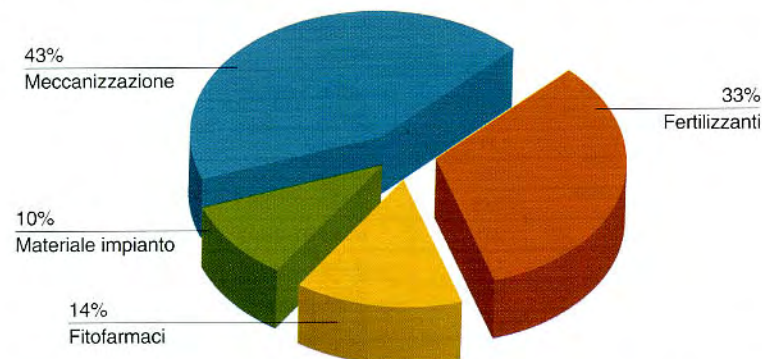


Grafico 3 - Incidenza delle diverse voci nella formazione del costo energetico (input diretti e indiretti).

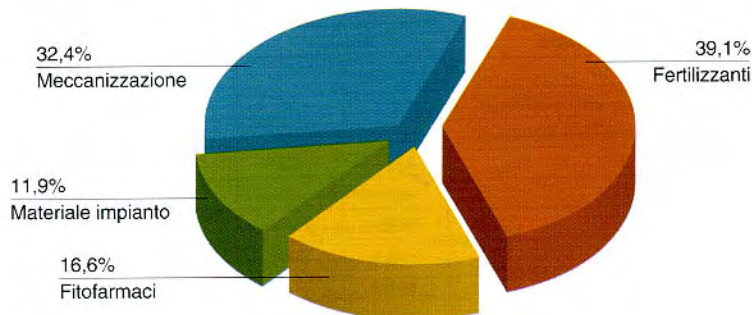


Grafico 4 - Incidenza delle diverse voci nella formazione del costo ambientale (emissioni di GHG).

costi relativi all'acquisto dei fattori produttivi e alla meccanizzazione delle operazioni di campo, l'analisi considera un beneficio fondiario di 700 €/ha-anno (terreno irriguo) (INEA 2009) nonché spese generali di gestione dell'azienda, assunte pari a 50 €/ha-anno. Nei calcoli si considerano: una resa cippato tal quale di 35 t_{cc}/ha-anno (U = 55%; PCI = 18,5 GJ/t_{ss}; Carbonio nella biomassa = 50%) (CTI 2003), un prezzo di vendita di 30 €/t_{cc} e, relativamente ai contributi economici, il disaccoppiato PAC (400 €/ha-anno) e il contributo per l'impianto previsto dal PSR 2007-2013 della Regione Lombardia (di 1.000 €/ha).

RISULTATI

Dedicando al pioppo SRF 40 ha della SAU aziendale e continuando a coltivare mais da granella sul restante 50%, il costo di produzione del cippato raggiunge 1.460 €/ha-anno (corrispondenti a circa 93 €/t_{ss}). Il ricavo complessivo, inteso come la somma della vendita del bio-combustibile sul mercato e dei contributi percepiti per la coltura raggiunge 1.550 €/ha-anno (circa 98 €/t_{ss}): la possibilità di ottenere un reddito positivo è esclusivamente legata alla presenza di contributi. Solo con questi ultimi il rapporto ricavi/costi diventa leggermente superiore a 1, permettendo un guadagno assai limitato (86 €/ha-anno ovvero 5,5 €/t_{ss}). In Tabella 5 sono riportate, per tutti i fattori di produzione a logorio totale, le quantità complessivamente impiegate nel corso dell'intero ciclo produttivo della SRF e la corrispondente spesa economica. L'input energetico raggiunge 7,2 GJ/ha (0,46 GJ/t_{ss}) e l'output 242,8 GJ/ha; il saldo è positivo, pari a 236 GJ/ha (circa 15 GJ/t_{ss}). Il bilancio energetico della fase di campo della filiera è dunque positivo e l'EROEI (*Energy Returned On Energy Invested*) è nettamente favorevole raggiungendo il valore di 34. Infine, per quanto riguarda l'emissione e l'assorbimento di GHG nel corso del ciclo colturale, le emissioni raggiungono 0,97 t CO₂/ha-anno (61,5 kg CO₂ eq/t_{ss}) a fronte di assorbimenti netti di 33,7 t CO₂ eq/ha-anno (2,14 t CO₂ eq/t_{ss}). Limitatamente alla fase della filiera, quindi, il conteggio analitico della massa di GHG porta a un rapporto assorbimenti/emissioni di 36. Nel Grafico 1 sono evidenziati il costo di produzione del bio-combustibile (€/t_{ss}), l'input energetico (MJ/100kg_{ss}) e le emissioni (kgCO₂ eq/t_{ss}) correlate. I valori di queste tre grandezze, riportati su tre assi, costituiscono i vertici di un triangolo la cui superficie risulta tanto minore quanto maggiore è la sostenibilità della coltura, valutata complessivamente dall'insieme di tre indicatori. Nei Grafici 2, 3 e 4 è, invece, indicata l'incidenza delle diverse voci sui costi, rispettivamente, economico, energetico, ambientale. Per quanto riguarda il costo di produzione, il beneficio fondiario rappresenta la parte preponderante (53,6%), seguito dalle spese relative alla meccanizzazione delle operazioni di campo (30,4%). Relativamente invece agli input energetici e all'emissione di GHG, le voci prevalenti risultano: la meccanizzazione, responsabile del 43% della spesa energetica totale e del 32,4% dell'emissioni e l'apporto di concimi N (rispettivamente, 33% e 39,1%). Considerando il "peso" che il consumo di gasolio ha nella determinazione della spesa energetica e delle emissioni legate alla meccanizzazione agricola, appare del tutto evidente la grande importanza che assume un corretto accoppiamento trattore-macchina operatrice.



CONCLUSIONI

A seguito della diffusa e drastica riduzione dei contributi previsti dai PSR, il pioppo SRF da biomassa in rotazione biennale garantisce **profitti assai modesti**. E' evidente che, in assenza di adeguate prestazioni economiche, i buoni risultati energetici e ambientali connessi alla fase di campo della filiera **non bastano a incentivare gli operatori agricoli verso tale coltura**. Relativamente alle prestazioni energetiche e ambientali qui esposte, occorre rimarcare che esse si riferiscono alla sola fase di campo della filiera; la piena valutazione della sostenibilità della filiera pioppo SRF-energia si potrà avere solo quando saranno contabilizzate - con approccio metodologico identico - anche le fasi successive (trasporto, stoccaggio, conversione energetica).

Tale necessario completamento comporterà, peraltro, il calcolo delle emissioni di CO₂ evitate a causa dell'impiego del bio-combustibile in sostituzione di combustibili fossili. Va, inoltre, evidenziato che, secondo le regole di contabilità dettate dal IPCC-PK, tutte le biomasse utilizzate sono considerate come immediatamente ossidate; ciò comporta che, tenuto conto delle emissioni conseguenti alla gestione della piantagione, il ciclo di coltivazione risulta a bilancio negativo. Gli scarsi risultati economici ottenibili dalle SRF biennali risultano **sicuramente penalizzati dal basso prezzo di vendita del cippato**, principalmente causato dalla sua scarsa qualità in relazione agli standard richiesti dagli ormai numerosi impianti di combustione di piccola-media taglia. Difatti e non a caso, nel corso degli ultimi anni, **l'interesse si è via via spostato verso il pioppo da biomassa con turni di ceduzione più lunghi (Medium Rotation Forestry MRF, 5-6 anni)** che permette la produzione di bio-combustibile di qualità più elevata, soprattutto grazie alla migliore omogeneità e al minor contenuto in ceneri (elevato rapporto legno-corteccia).

Sebbene non siano ancora disponibili analisi dettagliate al riguardo, tale soluzione, beneficiando di una certa semplificazione della tecnica colturale e della possibilità di spuntare prezzi di vendita superiori a quelli attuali, sembrerebbe in grado di garantire un sensibile miglioramento dei risultati economici. Sulla base di ciò, parrebbe interessante l'applicazione del modello SEA anche a pioppo MRF (5 anni); applicazione che sarà oggetto di un prossimo contributo.

Bibliografia

AA.VV., 2009 - **Disciplinare di produzione del pioppo a ciclo breve a turno biennale**. Biomasse Europa, 1-5 pp. www.biomasseeuropa.com/files/0000/0051/Disciplinare_del_pioppo_biennale.pdf

ASSOELETTRICA, 2007 - **L'industria elettrica italiana tra presente e futuro**. Roma, 13/06/2007. www.assoelettrica.it/relazioni_annuali_2007.html

COMITATO TERMOTECNICO ITALIANO, 2003 - **Biocombustibili: specifiche e classificazione**. R03/1, 53 pp.

ERICSSON K., ROSENQVIST H.K., NILSSON L.J., 2009 - **Energy crop production costs in the EU**. Biomass & Bioenergy, 33, 1577-1586.

FIALA M., 2008 - **Costo di produzione e profitto del pioppo da cippato**. Estimo e Territorio, 11, 21-26.

FIALA M., BACENETTI J., 2009a - **Filiere agro-energetiche a confronto: bilancio economico, energetico e ambientale**. Proceedings AIIA 2009 Ricerca e innovazione nell'ingegneria agraria dei biosistemi agro/territoriali, Ischia (NA), 11 pp. 12-16 Settembre 2009.

FIALA M., BACENETTI J., 2009b - **Production cost and profit of chipped wood from poplar short rotation**. Proceedings AGENG 2008, Hersonissos (Crete), 22-25. June 2009, 11 pp.

INEA, 2009 - **Il sistema Agricolo Italiano**. Supplemento a Agrisole del 15/05/2009, 95 pp.

JARACH M., 1985 - **Sui valori di equivalenza per l'analisi e il bilancio energetici in agricoltura**. Rivista di ingegneria agraria, 2. 102-114.

LAI R., 2004 - **Carbon emission from farm operations**. Environment International 30, 981-990.

LAZZARI M., MAZZETTO F., 2005 - **Prontuario di Meccanica Agraria e Meccanizzazione**. Reda.

MANZONE M., AIROLDI G., BALSARI P., 2009 - **Energetic and economic evaluation of a poplar cultivation for the biomass production in Italy**. Biomass & Bioenergy, 33. 1258-1264.

MATTHEWS R., 2001 - **Modelling of energy and carbon budgets of wood fuel coppice systems**. Biomass & Bioenergy, 21, 1-19.

SARTORI L., BASSO B., BERTOCCO M., OLMERO G., 2005 - **Energy Use and Economic Evaluation of a Three Year Crop Rotation for Conservation and Organic Farming in NE Italy**. Biosystem Engineering, 91 (2), 245-256.

SLESSER M., WALLECE I., 1982 - **Energy consumption per tonne of competing agricultural products available to the EC (Commission of the European Communities, ed.)**. Information on Agriculture, 85, 168.

INFO. ARTICOLO

Autori: Marco Fiala, Professore Associato, Docente di "Energetica per l'Agricoltura", Facoltà Agraria, Università degli Studi di Milano. E-mail marco.fiala@unimi.it

Jacopo Bacenetti, Dottorando in "Innovazione Tecnologica per le Scienze Agro-alimentari ed Ambientali" presso la Scuola di Dottorato dell'Università degli Studi di Milano. E-mail jacopo.bacenetti@unimi.it

Parole chiave: Legno-energia, Short Rotation Forestry (SRF), pioppo, Energy Crops, bilancio economico-energetico-ambientale, sostenibilità complessiva.

Abstract: *Poplar clones for biomass with a biennial rotation. A research about its sustainability. Short Rotation Forestry (SRF) takes up about 7,000 hectares, mainly in Lombardy and Veneto Regions; over the years the development of specific poplar clones for biomass and the improvement of cultivation technique have made it possible to obtain remarkable increases in yield. Nevertheless, in bibliography the information concerning this crop is not always clear and agreed. On the basis of the cultivation technique carried out in Northern Italy, an Economic, Energetic and Environmental (EEE) evaluation of the poplar SRF field-chain phase has been carried out. In the case study (a poplar plantation growth in Po Valley area), the model runs using the following main parameters: duration 10 years; cutting time 2-years; biomass yield 35 tWM/ha-year (at 55% of moisture content w.b.). Besides the positive energy and environmental balances, the economical sustainability of SRF, with a gain of only 86 €/ha-year, appears far from farmer's interest.*

S h e r w o o d

F O R E S T E E D A L B E R I O G G I



**UNA FIERA
FORESTALE**
*lunga 365 giorni
all'anno*

APERTA 24 ORE SU 24
*visibile in ogni
luogo del mondo...?*



OGGI ESISTE!

È LA **FIERA FORESTALE VIRTUALE**
SU WWW.RIVISTASHERWOOD.IT

5 PADIGLIONI ON-LINE PER SCOPRIRE LE **NOVITÀ** SU MACCHINE
E ATTREZZATURE FORESTALI

Dalla home page di www.rivistasherwood.it clicca nel menù principale il tasto "Fiera Forestale Virtuale"