

SARA BERGANTE, GIANNI FACCIOTTO

# *Alley coppice: sistema colturale innovativo per la produzione di biomassa e legno da opera*

## *1. Introduzione*

L'aumento della popolazione mondiale, associato ad un generale aumento del benessere nei paesi in via di sviluppo sta causando una evidente pressione antropica sul consumo di suolo, a livello mondiale (TOZZI, 2014). Al fine di poter assicurare cibo e servizi alla popolazione mondiale accanto alla ricerca mirata alla selezione di nuove varietà colturali più produttive e rustiche è necessario rivedere i metodi colturali, in modo da assicurare buone produzioni pur mantenendo un basso impatto ambientale. La silvoagricoltura (*Agroforestry*) ampiamente applicata nei gradi paesi asiatici (India e Cina) e nel passato anche nel nostro continente, in pochi anni è divenuta un importante tema di ricerca a livello UE: una recente ricerca nell'ambito del progetto europeo AGFORWARD ([www.agforward.eu](http://www.agforward.eu)) ha stimato che in Europa attualmente circa 15 milioni di ettari sono coltivati con agroforestry, corrispondenti a circa l'8,8 % della superficie agricola totale (DEN HERDER *et al.*, 2017; PARIS *et al.*, 2018). La silvoagricoltura è definita come una pratica d'uso del suolo in grado di integrare piante perenni (alberi e/o arbusti) con coltivazioni annuali ad uso alimentare o foraggero, pascoli e allevamento (NAIR, 1993). In Italia, il successo di questo modello è dovuto sia al riconoscimento di un antico e tradizionale sistema agricolo (ricordiamo ad esempio, nella tradizione italiana più recente, filari di pioppo consociati ad orticole e alle risaie, o pascoli consociati ad uliveti), sia all'opportunità di innovazione

che questo sistema può assicurare grazie alle nuove tecnologie. Sistemi complessi contenenti colture alimentari (cerealicole/orticole), piante da frutto e piante per la produzione di legno da industria sullo stesso appezzamento, assicurano una elevata varietà di prodotti, ma anche servizi ambientali come il controllo dell'erosione e la conservazione della biodiversità (PARIS *et al.*, 2019); inoltre, se ben gestiti, questi sistemi richiedono input colturali (acqua e fertilizzanti) ridotti, in quanto la consociazione di specie con esigenze e portamento differenti può generare un vantaggio reciproco per le singole colture. Tra le varie tipologie di agroforestry, è stato introdotto a livello sperimentale nel nostro paese il modello di consociazione chiamato Alley Coppice che combina la produzione di legno di pregio per l'industria, attraverso la coltivazione di specie a crescita lenta, con la produzione di legno per energia, attraverso l'inserimento di modelli come i cedui a turno breve (CTB) con specie legnose a rapida crescita (MORHART *et al.*, 2014, FACCIOTTO *et al.*, 2011).

Questo sistema ha potenziali vantaggi:

- reddito regolare garantito dai CTB durante i primi due decenni dopo la costituzione;
- migliore formazione dei fusti delle specie di pregio e riduzione dell'intensità della potatura grazie alla competizione per la luce tra le specie;

- layout di impianto definitivo, evitando costi di diradamento;
- riduzione dei danni causati dal vento durante i primi anni di crescita degli alberi, grazie alla protezione fornita dal componente CTB;
- impatti ecologici migliorati, quali aumento della biodiversità, riduzione della diffusione di malattie, erosione del suolo e consumo di nutrienti del suolo.

In questo lavoro si riportano i dati di crescita ottenuti da una esperienza condotta in Piemonte con pioppo, salice e specie di pregio.

## 2. Materiali e Metodi

### 2.1 Sito sperimentale

Il sito si trova all'interno di un impianto messo a dimora nella primavera 2005, su terreni agricoli della Cascina Bebbia, nei pressi di Brusnengo (BI) (45.576368° N, 8.269632°E) con il contributo del PSR della Regione Piemonte; la piantagione copre un'area totale di 5 ha mentre il sito sperimentale copre circa 0,5 ha. Il suolo è sabbio-limoso, con pH 5,4; la temperatura media annua è di 12,4 °C e la piovosità è mediamente di 1277 mm (FACCIOTTO *et al.*, 2015)

Il disegno sperimentale prevede 3 replicazioni con parcelle composte da filari misti di specie di pregio alternati a file doppie di biomassa con pioppo e salice (figura 1);



Figura 1 - Layout di impianto.

le spaziature sono di 12 × 6 m tra le latifoglie di pregio, 4 m tra le file di latifoglie di pregio e le file di biomassa e 4 × 0,70 m per le file di biomassa contenenti tratti di 35 m di cloni di pioppo e salice. La densità finale è di 139 p ha<sup>-1</sup> per le latifoglie di pregio e 2380 p ha<sup>-1</sup> (entrambe inferiori rispetto alle densità di un impianto puro). In tabella 1 sono riportati tutti i genotipi utilizzati.

Clone	Specie
BALDO	<i>Populus deltoides</i> Bartr
ORION	<i>P. × canadensis</i> Mönch
83.039.018	<i>P. × canadensis</i> Mönch
PEGASO	<i>P. × generosa</i> Henry × <i>P. nigra</i> L.
DRAGO	<i>Salix matsudana</i> Koidz. × ?
LEVANTE	<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?
S76-008	<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?
SI64-017	<i>S. alba</i> L.
-	<i>Quercus robur</i> L.
-	<i>Quercus cerris</i> L.
-	<i>Prunus avium</i> L.
-	<i>Carpinus betulus</i> L.
-	<i>Pyrus spp.</i>
-	<i>Acer spp.</i>
-	<i>Sorbus torminalis</i> L.

Tabella 1 - Elenco dei cloni di pioppo e salice e latifoglie di pregio utilizzati nell'esperimento

### 2.2 Coltivazione

Il terreno è stato preparato con una discissura a circa 70 cm seguita da una aratura superficiale (30 cm) e da una erpicatura appena prima dell'impianto. Pioppo e salice sono stati piantati con una trapiantatrice meccanica, utilizzando come materiale vegetale talee di 20 cm circa

di lunghezza, prelevate presso l'azienda 'Mezzi' del CREA-FL di Casale Monferrato da astoni di un anno e di età allevati in barbatellaio. Le talee sono state idratate per 2 giorni prima della messa a dimora.

Per le latifoglie di pregio sono stati utilizzati semenzali a radice nuda, piantati manualmente in coppia distanti circa 1 m tra di loro. Non sono state effettuate irrigazioni, né disinfezioni, mentre le infestanti sono state controllate meccanicamente, durante la stagione vegetativa del primo anno, per facilitare l'attecchimento e la crescita delle giovani piante.

Nel 2007 è stato necessario effettuare una discissura nell'interfila per favorire l'ossigenazione del terreno. Nel 2011 pioppo e salice sono stati ceduati per la prima volta (anche se la densità era ottimizzata per un taglio più ravvicinato 4-5 anni) e nello stesso periodo sono state selezionate le piante migliori di ogni coppia di latifoglie di pregio.

### 2.3 Misure e analisi statistiche

Durante i primi 7 anni, al termine di ogni stagione vegetativa sono stati misurati sopravvivenza, diametro a 130 cm da terra, quando possibile, altezza totale. Sulle latifoglie di pregio, soprattutto durante i primi anni, il diametro a 130 cm da terra è stato sostituito con diametro misurato a 10 cm da terra. Una ulteriore misurazione è stata eseguita al termine del secondo anno dopo la ceduzione, per verificare la sopravvivenza e la capacità di ricaccio dei cloni, e l'effetto della ceduzione sulle latifoglie di pregio.

Per pioppi e salici è stato possibile stimare il peso epigeo delle piante e conseguentemente la biomassa prodotta attraverso campionamento distruttivo di 30 piante per clone. I campioni sono stati misurati e pesati in campo; in seguito ad

essiccazione in stufa a  $103 \pm 2$  °C fino a raggiungimento di peso costante (umidità pari a 0%) sono stati ripetuti i pesi ed è stata calcolata una equazione per la stima del peso secco attraverso la misurazione diametrica. Tale equazione viene generalmente calcolata per ogni impianto sperimentale, in quanto specie, clone, età e condizioni stazionali influiscono sui coefficienti di regressione. I dati raccolti ed elaborati sono stati sottoposti ad ANOVA con l'utilizzo del software R (R CORE TEAM, 2015).

Specie	Clone	B7		B9
Pioppo	Baldo	8,96		3,45
	Orion	10,46		3,34
	83.039.018	4,79		8,54
	Pegaso	9,79		0,52
Salice	Drago	6,67		9,30
	Levante	2,75		5,72
	S76-008	3,75		14,55
	SI64-017	1,32		1,68
Media Specie	Pioppo	8,50	a	3,96
	Salice	3,62	b	7,81
Media generale		6,06		5,89
test F	Specie	*		**
	Clone	n.s.		**

Tabella 2 - ANOVA e test di Duncan della produzione media di biomassa anidra epigea ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ ) al termine del settimo (B7) e del nono anno (B9)

Specie	D7		D9	i.m.a.
Acer	4,3	AB	6,9	1,3
Carpino	5,4	A	8,2	1,4
Ciliegio	5,4	A	8,1	1,3
Farnia	2,7	B	5,4	1,4
Pero	2,7	B	7,4	2,3
Cerro	2,9	B	7,2	2,1
Media generale	3,9		7,2	1,6
test F	**		n.s.	

Tabella 3 - ANOVA e test di Duncan del diametro medio (cm) al termine del settimo (D7) e del nono anno (D9) e incremento medio annuo diametrico (i.m.a.) delle latifoglie di pregio

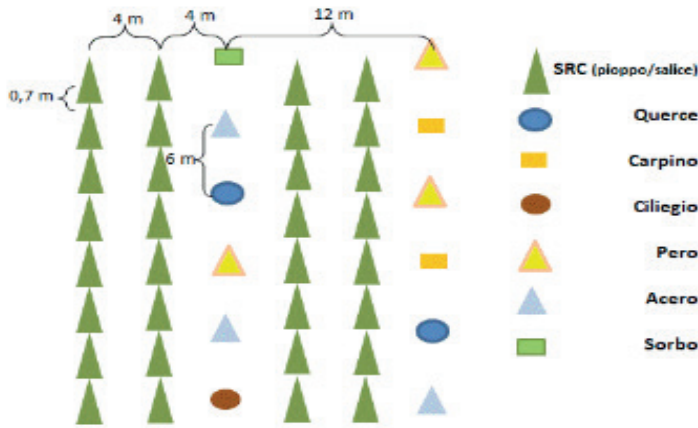


Figura 2: Campo sperimentale durante la seconda stagione vegetativa dopo la ceduzione di pioppi e salici con evidente sviluppo delle infestanti

### 3. Risultati e discussione

Tutte le piante hanno mostrato una crescita piuttosto lenta durante i primi anni, probabilmente a causa dell'elevata competizione con le infestanti che, nonostante il controllo meccanico, grazie alle abbondanti piogge hanno continuato a svilupparsi molto durante la stagione vegetativa. In figura 3 sono riportate le curve di produzione di biomassa anidra epigea dei cloni di pioppo e salice che mostrano appunto una crescita più lenta durante i primi anni, ed una rapida ripresa a partire dal terzo anno.

Come è possibile notare, le differenze clonali sono importanti: il miglior clone in assoluto, 'Orion', ha avuto una crescita rapida e costante, arrivando a produrre in media  $10,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$  di biomassa anidra, mentre tra i salici ha dato ottimi risultati il clone 'Drago', con una media di  $6,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$  ma con un andamento leggermente decrescente nell'ultimo anno di misure; questo comportamento potrebbe essere dovuto ad una maggior competizione tra le piante, causata dalla tendenza, tipica dei salici, di produrre molti polloni.

Ad eccezione di 'Orion', 'Pegaso', 'Baldo' e 'Drago', tutti gli altri cloni hanno mostrato un appiattimento della curva produttiva durante l'ultimo anno, probabilmente causato dalla competizione eccessiva, confermando la necessità di ceduire al termine del quinto anno.

In tabella 2 sono riportati i dati produttivi dei singoli cloni alla fine del

settimo anno, al momento della ceduzione, e alla fine del nono anno (secondo anno dopo la ceduzione). Sono state riscontrate ancora importanti differenze tra i cloni; in particolare alcuni cloni hanno risposto bene alla ceduzione, aumentando la produzione di biomassa, come ad esempio il clone sperimentale di pioppo '83.039.018', altri, come 'Baldo' e 'Orion' hanno mantenuto una produzione buona, altri ancora, come 'Pegaso' hanno sperimentato una elevata mortalità e quindi un netto calo produttivo.

Buona parte dei cloni di salice ha aumentato la produzione media, rispondendo alla ceduzione con una elevata emissione di polloni, e confermando dati pregressi (BERGANTE E FACCIOTTO 2011); in particolare il clone 'S76-008' ha prodotto in media più di  $14 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$  di sostanza secca. Per quanto riguarda invece le latifoglie di pregio, queste hanno mostrato una crescita lenta ma costante, e non hanno riscontrato danni biotici o abiotici;

in tabella 3 sono mostrati i dati diametrici alla fine del 7° e del 9° anno di crescita. Carpino e ciliegio sono cresciuti maggiormente rispetto alle altre specie durante i primi 7 anni, mentre dopo la ceduzione delle SRC, probabilmente grazie alla maggior luce disponibile, soprattutto durante le prime fasi dell'ottavo anno, tutte le specie sono cresciute, raggiungendo diametri simili;

in figura 2 è possibile vedere l'impianto durante la seconda stagione vegetativa dopo la ceduzione. Le differenze sono ovviamente dovute a molti fattori, tra cui fattori genetici, ambientali e di risposta alla consociazione, non ancora chiariti.

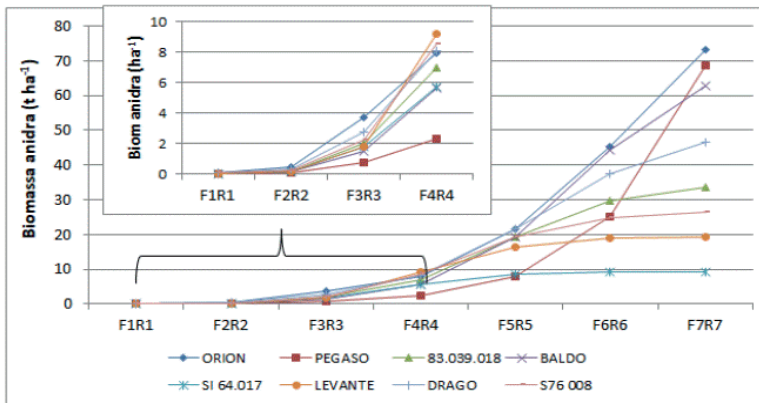


Figura 3 - Curve di produzione media di biomassa anidra epigea per i cloni di pioppo e salice in test

#### 4. Conclusioni

La presenza delle SRC ha influito sulla forma del fusto delle latifoglie di pregio, le quali necessitavano comunque di una potatura leggera che è stata fatta tardivamente. Di primaria importanza risulta essere la qualità del materiale vegetale acquistato che deve mostrare, oltre ad una scarsa ramosità e ad una spiccata dominanza apicale, un apparato radicale robusto ed un buon stato generale di salute (NOCETTI, 2008).

In test eseguiti negli anni successivi, nella zona di Casale Monferrato, ad esempio l'utilizzo di cloni di sorbo, associato alla consociazione con filari di biomassa ha prodotto fusto con ottima dominanza apicale, scarsa ramosità e portamento eretto, anche se con dimensioni inferiori rispetto alle piante coltivate in purezza (FACCIOTTO *et al.*, 2009).

Inoltre, la presenza della doppia pianta ha avuto effetto negativo sullo sviluppo dei fusti, soprattutto perché si è intervenuto tardivamente nell'asportazione del doppione, causando talvolta una evidente curvatura dei fusti. Anche in questo caso, l'acquisto di materiale selezionato

eviterebbe la necessità della doppia pianta, facendo risparmiare sui costi di acquisto, di impianto e di diradamento. Tuttavia, crescita e produzioni sono state buone e a partite dal quarto anno la copertura delle piante ha evitato gli interventi di controllo delle infestanti. Inoltre non si sono verificati

danni fitosanitari importanti a nessuna delle specie presenti.

Il modello ha quindi permesso di produrre biomassa per energia. (cippato per combustione nel nostro caso, le dimensioni delle piante comunque avrebbero consentito anche la produzione di pannelli OSB, pannelli di particelle o di bio-etanolo) contemporaneamente alla coltivazione di piante di pregio, a crescita lenta (da 30 a 50 anni) sullo stesso appezzamento. In questo caso non sono state inserite altre colture ma, adeguando le spazature, almeno per i primi anni, ovvero fino a che le chiome non coprono totalmente il suolo, sarebbe possibile aggiungere differenti colture per uso alimentare o foraggero.

In effetti nella stagione primaverile il sottobosco è stato pascolato da greggi di pecore prima della monticazione. La buona riuscita di questi sistemi innovativi è e rimane legata alla scelta di terreni adatti all'arboricoltura, di specie adatte all'ambiente, oltre che utili alle potenziali richieste del mercato, e all'applicazione

sia di un modello adeguato alle esigenze e alle dotazioni tecniche dell'azienda, sia di materiale vegetale selezionato.

## 5. Ringraziamenti

La raccolta, l'elaborazione e la presentazione dei dati sono stati possibili grazie ai finanziamenti dei progetti BIOENERLEGNO e SUSCACE, finanziati da MiPAAFT per la parte di ricerca e ai contributi PSR della Regione Piemonte per l'azienda agricola.

## BIBLIOGRAFIA

BERGANTE S., FACCIOTTO G., 2011 - *Nine years of measurements in Italian SRC trial with 14 Poplar and 6 Willow Clones*. Proceedings of: 19th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, Germany. 6-10 June 2011: 178-182

DEN HERDER M, MORENO G, MOSQUERA-LOSADA RM ET AL, 2017 - *Current extent and stratification of agroforestry in the European Union*. *Agric Ecosyst Environ* 241:121-132

FACCIOTTO G., BERGANTE S., GUGINO C., PIAGNANI C., LIOIA C., 2009 - *Biomass production in mixed plantations with SRC and noble hardwoods plantations*. Proceedings of: '17° European Conference & Exhibition; from Research to Industry and Markets, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July 2009. 222-226

FACCIOTTO G., ROSSO L., BERGANTE S., 2015 - *Biomass production in alley coppice systems on acid soils of the North Piedmont (Italy)*. Proceeding of: 23st European Biomass Conference & Exhibition Wien, Austria, 1-4 June 2015. 195-197

FACCIOTTO G., PIAGNANI C., BERGANTE S., BASSI D., FERLENGHI G., 2011 - *Modelli colturali per produzioni legnose in pianura*. Quaderni della ricerca. Regione Lombardia. n. 127 32 pp

MORHART C., DOUGLAS G., DUPRAZ C, GRAVES A., NAHM M., PARIS P., SAUTER U., SHEPPARD J., NAIR P.R., 1993 - *An introduction to agroforestry*. Springer Science & Business Media, Berlin

NAIR P.K.R., 1993 - *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 499 pp.

NOCEITI M., 2008 - *Genetic improvement of trees for wood production, with particular reference to wood traits*. *Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology*, vol. 5, pp. 112-120

PARIS P., FACCIOTTO G., TOSI L., NAHAM M., MORHART C., DOUGLAS G.C. LUNNY R., DUPRAZ C., ANDRE J., GRAVES

N., 2014 - *Alley coppice: an innovative land use system - options of system design with experimental evidence*. Proceedings of: '2nd European Agroforestry Conference', At: Cottbus, Germany Volume: Book of extended Abstracts

PARIS P., DALLA VALLE C., SANGIOVANNI M., FACCIOTTO G., CHIOCCHINI F., 2018 - *Agroforestry: consociazione tra pioppo, farnia e seminativi. L'esperienza del Progetto AGFORWARD*. Tecniko&Pratiko N.133 GENNAIO-FEBBRAIO 2018

SPECKER H, 2014 - *Alley coppice - a new system with ancient roots*. *Annals of Forest Science* (2014) 71, 527:542.

R CORE TEAM, 2015 - *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2015). <http://www.R-project.org/>

TOZZI M., 2014 - *Un metro quadrato al secondo. La gestione inappropriata del suolo in Italia: elementi di riflessione*. In: *Gestione conservativa del suolo e pianificazione*, Reticula 7/2014: 154 pp. ISSN 2283-9232

## Sara Bergante - Gianni Facciotto

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

Centro di ricerca Foreste e Legno, St. Frassineto Po 35, 15033 Casale Monferrato (AL).

Tel: 0142 330900, Fax: 0142 55580,

E-mail: sara.bergante@crea.gov.it

## RIASSUNTO

La silvoagricoltura (Agroforestry) in pochi anni, è divenuta un importante tema di ricerca a livello UE. Tra le varie tipologie di agroforestry, è stato introdotto nel nostro paese il modello di consociazione chiamato Alley Coppice che combina la produzione di legno di pregio per l'industria con la produzione di legno per energia. Tale modello colturale assicura innumerevoli vantaggi economico-ambientali. In un sito sperimentale messo a dimora nei pressi di Biella (Piemonte) il modello è stato testato con differenti cloni di pioppo e salice per produzione di biomassa, e latifoglie di pregio per legno da industria. Al settimo anno i pioppi hanno raggiunto una media produttiva di 8,5 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> di sostanza secca, i salici di 3,6 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> di sostanza secca, con notevoli differenze tra i genotipi testati. Tra le latifoglie, carpino e ciliegio hanno raggiunto diametri statisticamente superiori alla media delle specie valutate. Al nono anno, in seguito ad una prima ceduzione di biomassa, la situazione produttiva tra pioppi e salici si è ribaltata, con una media 3,9 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> di sostanza secca per i primi e 7,8 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> di sostanza secca per i secondi; le differenze di crescita tra le latifoglie si sono ridotte e tutte le piante hanno raggiunto diametri simili, con una media diametrica di 7,2 cm.

**KEY WORDS:** *Sistemi colturali sostenibili, agroecosistema, pioppo, Agroforestry, Alley Coppice, sustainable systems.*

## ABSTRACT

In the last years the Agroforestry has become an important research topic at EU level. Among the various types of agroforestry, the consociation model called Alley Coppice was introduced in our country; it combines the production of valuable wood for the industry with the production of wood for energy. This cultivation model ensures innumerable economic and environmental advantages. In an experimental site planted near Biella (Piedmont) the model was tested with different poplar and willow clones for biomass production, and valuable hardwoods for industrial wood. At the seventh year the poplars reached an average production of  $8.5 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  of dry matter, the willows of  $3.6 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  of dry matter, with notable differences between the genotypes. Among the broad-leaved trees, hornbeam and cherry tree reached statistically higher diameters than the average of the species evaluated. At the ninth year, following an initial biomass harvest, the production situation between poplars and willows was reversed, with an average  $3.9 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  of dry matter for the former and  $7.8 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  of dry matter for the latter; the growth differences between broadleaf trees have been reduced and all plants have reached similar diameters, with a diametric average of 7.2 cm