



# Modelli colturali per produzioni legnose in pianura



*Quaderni della ricerca*  
n. 127 – gennaio 2011

LOMBARDIA.COSTRUIAMOLA INSIEME.



Regione Lombardia

**Studio condotto nell'ambito del progetto di ricerca n. 807:**

**“MOPROLEGNO - Modelli colturali per le produzioni legnose di pianura”**

**Finanziato dalla Regione Lombardia con il “Piano per la ricerca e lo sviluppo 2005”  
(d.g.r. 16 febbraio 2005, n. 20734)**

**Coordinamento del progetto**

Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in Agricoltura  
Unità di ricerca per le Produzioni legnose fuori foresta (CRA-PLF)  
Strada Frassineto Po 35 – 15033 Casale Monferrato (AL) Italy  
Tel. +39 0142 330900 Fax +39 0142 55580

**Responsabile scientifico del progetto**

Dott. Gianni Facciotto  
Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in Agricoltura  
Unità di ricerca per le Produzioni legnose fuori foresta (CRA-PLF)  
Casale Monferrato  
e-mail: [gianni.facciotto@entecra.it](mailto:gianni.facciotto@entecra.it)

**Autori del testo**

Gianni Facciotto (1, 2, 4, 6, 8)  
Claudia Piagnani (1.1.1, 1.2.1, 2, 3, 6)  
Sara Bergante (5)  
Daniele Bassi (3)  
Giorgio Ferlenghi (2)

**Per informazioni:**

Regione Lombardia  
Viale Restelli – 20124 Milano

Direzione Generale Agricoltura  
U.O. Innovazione, cooperazione e valorizzazione delle produzioni  
Struttura Ricerca, innovazione tecnologica e servizi alle imprese  
**Referente:** Marco Castelnuovo - tel. 02/6765 6562 - Fax 02/6765 8056  
e-mail: [marco.castelnuovo@regione.lombardia.it](mailto:marco.castelnuovo@regione.lombardia.it)

Direzione Generale Sistemi Verdi e Paesaggio  
U.O. Generale Sistemi Verdi e Foreste  
Struttura Foreste  
**Referente:** Luisa Cagelli - tel. 02/6765 2573 - Fax 02/6765 2669  
e-mail: [luisa.cagelli@regione.lombardia.it](mailto:luisa.cagelli@regione.lombardia.it)



# Modelli colturali per produzioni legnose in pianura

Quaderni della ricerca  
n. 127 - gennaio 2011

---

# INDICE

<b>PRESENTAZIONE DEGLI ASSESSORI</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
<b>1.1. ANALISI DELLA REALTÀ PRODUTTIVA DEL SETTORE</b>	<b>5</b>
1.1.1. LATIFOGLIE DI PREGIO	5
1.1.2. LEGNO DI PIOPPA PER IMBALLAGGIO	6
1.1.3. BIOMASSA PER ENERGIA	6
<b>1.2. DESCRIZIONE DELLO STATO DELLE CONOSCENZE</b>	<b>6</b>
1.2.1 LATIFOGLIE DI PREGIO ( <i>SORBUS DOMESTICA</i> L., <i>SORBUS TORMINALIS</i> (L.) CRANTZ E <i>PYRUS</i> SPP L.)	6
1.2.1.1 <i>Miglioramento genetico.</i>	8
1.2.1.2 <i>Propagazione</i>	9
1.2.2. LEGNO DI PIOPPA PER L'IMBALLAGGIO	10
1.2.3. BIOMASSE PER ENERGIA	11
<b>2. GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO</b>	<b>12</b>
<b>3. PERO E SORBO DA LEGNO</b>	<b>13</b>
<b>4. PIOPPI E SALICI PER IMBALLAGGIO ED ENERGIA</b>	<b>15</b>
<b>4.1. LE PIANTAGIONI</b>	<b>15</b>
<b>4.2. RISULTATI</b>	<b>17</b>
<b>5. PRIME ESPERIENZE DI CONSOCIAZIONE TRA LATIFOGLIE DI PREGIO E CEDUI A TURNO BREVE</b>	<b>21</b>
<b>5.1. GLI IMPIANTI SPERIMENTALI</b>	<b>21</b>
5.1.1. CREMONA	22
5.1.2. GAZZO BIGARELLO (MN)	23
5.1.3. CASALE MONFERRATO (AL)	23
5.1.4. RIVAROLO DEL RE (CR)	24
<b>5.2. MISURAZIONI EFFETTUATE ED ELABORAZIONI</b>	<b>24</b>
<b>5.3. RISULTATI</b>	<b>25</b>
5.3.1. CREMONA	25
5.3.2. GAZZO BIGARELLO (MN)	25
5.3.3. CASALE MONFERRATO (AL)	27
<b>6. CONCLUSIONI</b>	<b>28</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>29</b>
<b>8. APPENDICE PROTOCOLLO DI COLTIVAZIONE</b>	<b>32</b>



## PRESENTAZIONE



Il territorio lombardo, in particolare quello di pianura, è caratterizzato da un'alta densità demografica e da numerosi insediamenti produttivi e residenziali che si alternano a ecosistemi naturali e rurali nei quali l'attività agricola, oltre a garantire la produzione primaria, ha la grande responsabilità di gestire i boschi, i filari alberati, i prati e le campagne. Questa azione paziente e assidua contribuisce al mantenimento della biodiversità, alla fruibilità del paesaggio e alla salvaguardia della qualità dell'aria e dell'acqua.

Negli ultimi anni l'attenzione verso le emissioni di gas ad effetto serra ha riportato in auge l'utilizzo delle biomasse legnose, antica fonte di energia, anche nelle aree più industrializzate e ha sollecitato studi sul ruolo delle filiere corte o cortissime delle produzioni legnose destinate ad uso industriale e artigianale.

Il progetto di ricerca Moprolegno fornisce puntuali suggerimenti per ottimizzare le produzioni legnose nel territorio lombardo di pianura, sia per la coltivazione di essenze di pregio, sia per la coltivazione di specie a rapido accrescimento. Le latifoglie nobili potranno essere utilizzate dalle imprese artigianali di nicchia per produrre arredamento e per liuteria, i pioppi e i salici a ciclo breve potranno rifornire le industrie di produzione di pallet, mentre quelli a ciclo brevissimo saranno utilizzati per l'autoconsumo nelle aziende agricole o per alimentare le centrali a biomassa presenti sul territorio regionale.

**Giulio De Capitani**

Assessore all'Agricoltura

Regione Lombardia

**Alessandro Colucci**

Assessore ai Sistemi verdi e Paesaggio

Regione Lombardia



Sorbo

Pera





# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. ANALISI DELLA REALTÀ PRODUTTIVA DEL SETTORE

### 1.1.1. Latifoglie di pregio

Nei Paesi Occidentali si assiste ad una stagnazione della domanda alimentare e ad un incremento della produttività unitaria dei terreni agricoli per cui è importante definire la destinazione di tali terreni ad una produzione no food. Le politiche comunitarie e regionali da diversi anni favoriscono le coltivazioni legnose su terreni agricoli al fine di: sostituire le colture ad eccedenza di produzione (Reg. 2080/92), ridurre l'intensità di coltivazione (es. Reg. 2078/92), tutelare e valorizzare le superfici, il paesaggio e l'economia forestale, come previsto dalla l.r. 31/2008.

In Italia i terreni agricoli di pianura e collinari coltivati a monocoltura intensiva sono oltre 8.000.000 di ettari di cui circa 800.000 ettari corrispondono all'habitat ideale delle rare specie arboree che producono in tempi relativamente brevi e con costi molto contenuti un legname da opera pregiato. La produzione di legname da opera pregiato riveste particolare importanza per il nostro Paese il quale, pur avendo uno sviluppo tecnologico fra i più avanzati in ambito internazionale per quanto concerne i prodotti "finiti" del legno, ha una notevole carenza di materia prima (tronchi grezzi e tavolame): tale produzione infatti è in grado di coprire appena il 20% circa del fabbisogno reale e la copertura riguarda quasi esclusivamente legname da opera comune. Il comparto del legno da arredamento rappresenta il settore più significativo nel panorama produttivo lombardo. Nel 1997 la Lombardia ha esportato in Nord America 11.500 tonnellate di mobili e prodotti in legno, per un valore di circa 160 miliardi di lire. La capacità produttiva delle imprese lombarde non assicura solamente la qualità del prodotto, ma tutela il consumatore attraverso garanzie fornite dal lavoro artigiano di intere aree. La Brianza è l'esempio italiano più famoso e rinomato di struttura produttiva integrata per la casa e l'arredamento. Nella vasta pianura che si estende da Milano a Lecco, con propaggini nel Varesotto a est e nella Bergamasca a ovest, si è sviluppato un circolo virtuoso, in continua evoluzione, caratterizzato da un tessuto di piccole e medie imprese inquadrato in un sistema che si autotutela con controlli e verifiche sulla bontà dei componenti usati, sul design e sulle tecnologie applicate. Gli artigiani del settore artistico e che utilizzano il legno come materia prima appartengono al filone più nobile e antico della tradizione del lavoro, erede di una cultura nata nelle botteghe lombarde del Medioevo e del Rinascimento. Cremona è famosa in tutto il mondo per l'artigianato liutaio, caratterizzato dalla costruzione di strumenti ad arco secondo la tradizione dei grandi maestri liutai cremonesi, di cui Antonio Stradivari e le dinastie dei Guarneri e gli Amati sono gli esponenti più illustri. Molto diffusa è anche l'attività di restauro di strumenti antichi. Il perpetuarsi della tradizione è affidata all'Istituto Internazionale per l'artigianato liutaio e del legno che attira a Cremona studenti da ogni parte d'Europa.

Il rilancio dell'agricoltura attraverso l'arboricoltura da reddito, finalizzata alla produzione di legname da opera pregiato, potrebbe contribuire alla diminuzione del "deficit" derivato dall'importazione di legname dall'estero oltre alla creazione di ulteriori posti di lavoro nel settore.

L'Italia è ubicata in un contesto geografico che consente la coltivazione delle specie arboree da legno di maggior pregio, quali il noce nero e il noce comune e, in particolari zone, di produrre un legname altrettanto pregiato. Ci si può inoltre avvalere di una tradizione di tecnici, operatori specializzati e ricercatori che hanno contribuito, almeno in particolari settori dell'arboricoltura "produttiva" (vedi pioppo), al conseguimento di obiettivi rilevanti non solo dal punto di vista applicativo ma anche scientifico. L'insieme di questi fattori indica che l'opzione "legname da opera" possa essere considerata per il mondo agricolo una valida via d'accesso ad una fonte ad alto reddito.

Una parte crescente dei consumi di legname in Europa è coperta dalle produzioni specializzate che riguardano il 34% dei consumi di prodotti a base di legno [1]. L'arboricoltura da legno è una scelta

che deve essere orientata alla qualità e i presupposti per raggiungere questo obiettivo comprendono anche l'impiego di genotipi selezionati.

La conoscenza approfondita delle esigenze di ciascuna essenza costituisce l'indispensabile presupposto per la destinazione di uno specifico contesto pedo-climatico alla coltura che meglio dimostra di potersene giovare al fine dell'ottimizzazione delle rese. In questa visione globale il progetto Moprolegno si è proposto di valutare l'interazione genotipo-ambiente e mettere a punto tecniche razionali di coltivazione nel caso delle essenze di notevole pregio quali *Sorbus spp* e *Pyrus spp L.*, il cui legno vanta indiscusse caratteristiche tecnologiche. L'originalità del progetto sta nel fatto che non esistono esperienze precedenti riguardanti sia la valutazione d'impianti specializzati in terreni di pianura sia la selezione di germoplasma idoneo alla produzione intensiva di legno a partire dalle specie autoctone sopra menzionate.

#### 1.1.2. Legno di pioppo per imballaggio

L'industria italiana dell'imballaggio ha una concentrazione d'impresе attive nel settore del pallet nel distretto Viadanese, nella bassa pianura mantovana, in zona di intensa attività pioppicola. L'attuale fonte principale di approvvigionamento di materia prima è costituita dal materiale prodotto dalla pioppicoltura; si tratta di un prodotto residuale dopo la destinazione all'industria del compensato dei tronchi basali di maggior valore e diametro.

Il materiale è spesso di bassa qualità, disforme, ma soprattutto frammentato territorialmente con conseguente complicazione ed elevati costi logistici di approvvigionamento.

Esperienze condotte sia in Italia che all'estero fanno ritenere che, con un'opportuna scelta clonale, si possano conseguire fusti di dimensioni mercantili (20 cm di diametro a petto d'uomo) in 5-6 anni adottando densità tra le 1000 e le 2000 piante per ettaro.

I turni più brevi potrebbero consentire agli agricoltori una minore esposizione finanziaria rispetto alla pioppicoltura tradizionale. L'industria potrebbe rifornirsi di materiale dotato di maggiore uniformità dimensionale e di migliore qualità e con concentrazione degli approvvigionamenti.

Inoltre, per la relativa brevità dei cicli produttivi, si potrebbe ricorrere ad una programmazione della produzione sulla base di accordi di filiera tra agricoltori e industria come già avviene per numerosi prodotti agricoli ma non per il legno di pioppo.

#### 1.1.3. Biomassa per energia

Varie Regioni stanno concedendo incentivi alle piantagioni di alberi da governare a ceduo con turni brevi e brevissimi; prima fra queste la Lombardia che già ha sovvenzionato oltre 3000 ha di piantagioni da biomassa. Numerosi gruppi industriali del settore energia sono alla ricerca di produttori di biomassa per garantirsi contratti di fornitura che diano credibilità ai progetti di centrali termoelettriche.

Alcuni imprenditori si propongono come realizzatori di impianti "chiavi in mano" e sono spesso l'unica fonte di informazione tecnica sulla quale gli agricoltori basano le proprie decisioni per investimenti che li vincoleranno per almeno quindici anni ad una produzione per loro affatto nuova. Le verifiche fatte sugli impianti commerciali hanno evidenziato produzioni reali inferiori alle aspettative.

In realtà, nonostante il grande lavoro svolto soprattutto in regione Lombardia, ci sono ancora numerose lacune di informazione su aspetti cruciali per la coltivazione di biomasse legnose che andrebbero colmate per consentire agli agricoltori investimenti ponderati e all'Amministrazione pubblica l'adozione di interventi tecnicamente corretti e coerenti con le politiche perseguite.

## 1.2. DESCRIZIONE DELLO STATO DELLE CONOSCENZE

### 1.2.1 Latifoglie di pregio (*Sorbus domestica L.*, *Sorbus torminalis (L.) Crantz* e *Pyrus spp L.*)

Il genere *Sorbus* trova largo impiego, soprattutto nei Paesi dell'Europa centrale e settentrionale, nel settore ornamentale per decorare viali e giardini pubblici. Il *S. domestica L.*, in virtù della sua abbondante fioritura primaverile e del fogliame che, nel periodo autunnale, acquista suggestive



colorazioni rosso-brondate, possiede un interessante potenziale come pianta ornamentale. I frutti, che si consumano previo ammezzimento, generalmente vengono ricercati solo da una ristretta cerchia di estimatori che li apprezza per averli gustati nell'infanzia o perché sa che non subiscono trattamenti chimici e costituiscono quindi una sorta di frutta "ecologica". Attualmente però il maggior interesse verso la coltura del sorbo è rivolto alle sue caratteristiche ecologiche e alle qualità tecnologiche del suo legno che ne fanno un'essenza forestale preziosa. Il *S. domestica* L. (sorbo) e il *S. torminalis* (ciavardello) sono presenti, sempre in nuclei sporadici o come esemplari isolati, nei boschi e negli arbusteti delle fasce termofite, sulle pendici detritiche e tra le rupi. In Italia si trovano lungo tutta la penisola e nelle isole, in ambienti assai diversificati, essendo dotati di notevole plasticità ecologica trovando tuttavia il loro ambiente ottimale nelle zone submontane dell'Italia centrale e meridionale. Sono presenti nei boschi cedui di roverella. [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Nei cedui il *S. torminalis* viene rispettato come pianta d'alto fusto soltanto se la zona riveste importanza dal punto di vista venatorio [5].

In presenza di altre specie manifestano una scarsa competitività, tuttavia hanno il pregio di possedere un'accentuata capacità di adattamento a svariate condizioni climatiche ed edafiche. L'elevata rusticità di *S. domestica* L. lo rende particolarmente indicato per la valorizzazione di zone marginali di collina e di montagna, anche in terreni poveri e molto declivi, e di zone semi abbandonate. Prosperano su qualsiasi tipo di terreno, anche poco profondo e povero di elementi minerali (in particolare, il ciavardello possiede una spiccata capacità d'estrazione dei nutrienti [8]. Sono in grado di vegetare e produrre sia su suoli aridi e calcarei, sia su suoli tendenzialmente pesanti e argillosi (purché non soggetti a prolungati ristagni idrici), sia su suoli acidi; in particolare, il ciavardello pare non essere sensibile alla tossicità di alcuni ioni metallici presenti in tali condizioni [2], [3], [4], [5], [6], [8], [9], [10], [11]. Tuttavia regolari concimazioni azotate favoriscono incrementi annuali notevoli anche in caso di impianti in terreni incoerenti [12]. La pianta si dimostra rustica ed, eccetto interventi nei primi anni dall'impianto durante le annate particolarmente siccitose, l'irrigazione non si ritiene necessaria. Tale rusticità consente di resistere molto bene ai freddi invernali, sopravvivendo sino a temperature di  $-15^{\circ}\text{C}$  (*S. torminalis*) e  $-30^{\circ}\text{C}$  (*S. domestica* L.), e di tollerare discretamente la siccità estiva [3], [4], [5], [8], [9], [10], [11], [13], inoltre, grazie alla fioritura tardiva, generalmente non teme le gelate primaverili [3], [8]. Nel legno del ciavardello è stata messa in evidenza un'abbondanza di tracheidi e di ispessimenti spiralati sulla superficie interna dei vasi, che costituiscono un adattamento dello xilema alle condizioni di stress idrico [2], [4], [8], [10], [11]. Il sorbo non necessita di particolari interventi colturali e generalmente viene lasciato crescere senza ricorrere alla potatura, consentendogli così di assumere lentamente la sua forma naturale.

Il legno di sorbo è tra i più notevoli per durata e omogeneità: è molto compatto, durissimo e pesante, dotato di grana fine, molto resistente all'usura e caratterizzato da alta resistenza meccanica e, una volta seccato, da stabilità; inoltre è perfettamente lucidabile. In virtù di tali caratteristiche venne largamente impiegato in passato, ai tempi in cui le macchine artigianali e industriali adoperavano pezzi di legno: viti, ingranaggi, cunei, carrucole. Oltre a ciò, veniva utilizzato anche per calci di fucile, manici di utensili, strumenti musicali, statue e strumenti di misura. Attualmente, benché sia ancora molto apprezzato e richiesto per la fabbricazione di mobili e per lavori di ebanisteria, viene commercializzato in Europa solo in quantitativi molto ridotti (poche centinaia di metri cubi all'anno) a causa della sua scarsa reperibilità, dovuta alla lentezza con cui il sorbo si accresce in bosco, che ha reso fino ad ora economicamente poco attraente, la realizzazione di impianti finalizzati alla produzione del legno. Tuttavia, l'interesse per questa nobile pianta da legno ha incoraggiato, in vari Paesi, studi indirizzati al reperimento e alla selezione di cloni a più rapida crescita e sono sorte iniziative per favorire l'impiego di questa specie negli interventi di forestazione [3], [4], [6], [9], [10], [11].

Similmente al sorbo, l'interesse nei confronti del ciavardello è legato alle sue caratteristiche ecologiche, del tutto analoghe a quelle di *S. domestica* L., e alla superiore qualità del legno. Questo è di colore rosso-bruno, con alburno più chiaro; è duro, pesante e compatto. E' particolarmente

pregiato e viene impiegato principalmente per lavori di ebanisteria fine, strumenti musicali, oggetti torniti e sculture [5], [6], [7], [14]. Benché in Italia non esista ancora un mercato del legno di ciavardello, in altri Paesi europei, come la Francia e la Germania, è molto richiesto e può essere valutato al pari di quello del noce e, talvolta, anche di più [8]. Il suo valore aumenta più che proporzionalmente all'aumentare dell'altezza e del diametro degli esemplari da cui proviene.

Nell'ambito del genere *Pyrus* si individuano numerose specie. Ai fini del progetto sono stati presi in considerazione il pero comune (*Pyrus communis* L.) e il perastro, o pero selvatico, (*Pyrus pyraeaster* Burgsd); il primo perché estesamente coltivato in Italia ed il secondo perché presente allo stato selvatico.

Il perastro differisce dal pero comune per i frutti più piccoli e i rami spinescenti. I frutti, utilizzati, anche per l'alimentazione degli animali sono eduli ed alcune varietà sono molto ricercate. La variabilità di alcune caratteristiche del perastro è notevole. In particolare varia la forma e la pelosità delle foglie; notevole è anche la variabilità delle dimensioni e del colore dei frutti che va dal giallo, al nero, al marrone. Date le sue ridotte dimensioni e il lento accrescimento, il perastro non è mai stato oggetto di programmi di selezione genetica per la produzione di legno, nonostante la sua grana fine e compatta che gli conferisce sue caratteristiche pregevoli. Il pero comune è un albero caducifoglio alto fino a 20 m e tronco diritto, può formare molti polloni per cui spesso si costituiscono 'macchie' intorno all'albero genitore. Il legno di pero è duro, compatto, non si deforma, adatto per la costruzione di mobili e per lavori al tornio e di intarsio e per oggetti e mobili fini. Di bel colore bruno rossastro, tinto di scuro il legno di pero imita l'ebano. Altri particolari utilizzati sono la produzione di righe e squadre e parti di strumenti musicali.

A fronte della crescente domanda del mercato le aziende vivaistiche (in particolare in Italia) risultano non adeguate per la fornitura di materiale utile alla costituzione degli impianti di pero da legno, soprattutto per la carenza di cloni e linee selezionate.

#### *1.2.1.1 Miglioramento genetico.*

La mancanza di impianti specializzati per la produzione del legno rende molto arduo il reperimento di materiale di propagazione di sorbo e pero di alta qualità e molto spesso le piante disponibili sono caratterizzate da accrescimenti diametrici assai ridotti e fusti contorti. Per lo stesso motivo mancano ancora cloni selezionati per la produzione del legno. Tuttavia, sono in corso da alcuni anni studi dai quali sembra emergere che queste specie di *Sorbus*, dall'accrescimento assai lento quando vegetano in un bosco in concorrenza con altre specie o in condizione pedoclimatiche non adeguate, siano in grado di crescere con buoni ritmi se allevati in impianti specializzati e su terreni con buona fertilità [5], [12], [13]. Per quanto riguarda il pero invece non si ha nessun tipo di informazione in tal senso.

Allo stato attuale delle cose, si può affermare che il patrimonio genetico del sorbo, pur costituendo una generosa fonte di caratteri selezionabili ai fini della sua coltivazione, risulta pressoché sconosciuto e, di conseguenza, inutilizzato. Tuttavia, il prezioso patrimonio genetico del sorbo domestico e del ciavardello, in molti Paesi europei, rischia non solo di restare inutilizzato, ma anche di andare in gran parte perduto. Infatti, la presenza dei sorbi, di per se già esigua a causa della loro scarsa competitività nei confronti delle altre specie e della bassa capacità di rigenerazione naturale, è stata per anni ulteriormente compromessa dalla deforestazione, dall'abbattimento dei pochi esemplari spontanei per l'industria del legno e dalla conversione, in nome di una selvicoltura intensiva, dei radi boschi misti di latifoglie a fitti boschi delle specie più produttive. Fortunatamente, negli anni recenti, soprattutto nei Paesi a più alto rischio di erosione genetica (Svizzera, Austria, Germania, Regno Unito, Repubblica Ceca, Francia), si è andata affermando una sempre maggiore consapevolezza della vulnerabilità delle risorse genetiche del sorbo e di altri fruttiferi selvatici. Ciò ha determinato un'importante svolta nell'orientamento forestale, incoraggiando la conservazione e l'impiego di queste specie come contributo alla biodiversità degli ecosistemi forestali. In aggiunta, i sorbi, e i fruttiferi selvatici in genere, rappresentano un importante habitat per numerosi insetti e uccelli, provvedendo, con i loro frutti, anche al loro nutrimento. Questo cambiamento generale dell'orientamento forestale, così come il significativo aumento dei prezzi di mercato del pregiato



legno di sorbo, hanno portato ad un maggior interesse nei confronti del materiale riproduttivo di *S. domestica* L. e *S. torminalis* L. Crantz. Sono sorte, così, varie iniziative a livello italiano ed europeo finalizzate alla conservazione, alla valutazione e alla valorizzazione delle risorse genetiche dei fruttiferi selvatici rari.

Nei Paesi del bacino del Mediterraneo, gli alberi di sorbo selvatici non sono così rari come nel Centro e nel Nord Europa, quindi l'inventario dell'intera popolazione, di difficile attuazione, non costituisce un'esigenza così pressante come in altri Paesi. Tuttavia la situazione è abbastanza diversa per quanto riguarda le piante di *S. domestica* L. un tempo utilizzate per il frutto: l'invecchiamento, lo stato di abbandono e l'abbattimento di vecchi esemplari stanno infatti minacciando un'importante fonte di diversità.

In definitiva, l'istituzione di una rete tra Paesi, l'esistenza di gruppi di lavoro con attività simili, la definizione di una comune strategia e l'ampliamento di ricerca, collezione, caratterizzazione e valutazione in altre aree, costituiscono un passo necessario per la conservazione e il miglioramento genetico del sorbo [3], [4], [9].

Per quanto riguarda il pero da legno, non si conoscono azioni preposte a tamponare il problema della vulnerabilità delle risorse genetiche o ispirate alla valorizzazione del germoplasma a parte quella intrapresa dal Dipartimento di Produzioni Vegetali (DIPROVE) dell'Università di Milano in collaborazione con il Dipartimento di Colture Arboree (DCA) dell'Università di Bologna che ha portato alla selezione di un centinaio di piante di *P. sativa* e *P. pyraeaster* a partire da diverse migliaia di semenzali ottenuti a loro volta dai frutti di vecchie cultivar autoctone italiane (come la pera 'Volpina') o raccolti da piante spontanee di *P. pyraeaster*; queste selezioni sono ora in valutazione per verificarne la vigoria ed il portamento.

#### 1.2.1.2 Propagazione

Allo stato naturale il *S. domestica* L. e il *S. torminalis* L. Crantz si riproducono per seme ed è questo il metodo di propagazione attualmente più utilizzato in ambito forestale. Tuttavia, tale pratica non è esente da notevoli inconvenienti, prima tra tutti l'inevitabile variabilità genetica e morfologica dei nuovi individui che deriva dall'impiego di materiale riproduttivo ottenuto per via gamica. Inoltre, va menzionata la lunga dormienza del seme che, nel caso del *S. domestica* L., consente la germinazione soltanto a distanza di circa diciotto mesi dalla maturazione del frutto [3], [4], [5], [7], [9], [10]. Risultati di esperienze effettuate su *S. torminalis* L. Crantz consigliano un'estrazione tempestiva dei semi dopo la raccolta [15]. Tecniche basate essenzialmente sul trattamento dei semi al freddo (0-5 °C), per periodi più o meno prolungati, variamente combinato con la stratificazione su sabbia umida, hanno consentito di interrompere la dormienza anche dopo soli tre mesi [3], [4], [15]. Una recente ricerca condotta presso il DIPROVE ha permesso di evidenziare il ruolo della durata dell'esposizione a basse temperature per il conseguimento di percentuali di germinazione di semi appartenenti ad un'accessione di *S. torminalis*, prossime al 100% [16].

Un altro svantaggio legato alla propagazione via gamica è il lento accrescimento che caratterizza gli individui provenienti da seme. Per tale ragione, nell'ambito del vivaismo ornamentale e della frutticoltura amatoriale del *S. domestica* L., si preferisce ricorrere alla pratica dell'innesto che consente di accelerare l'entrata in produzione. Come portinnesto vengono impiegati il franco, il cotogno (*Cydonia oblonga* Miller) e il biancospino (*Crataegus monogyna* L.). La combinazione con queste ultime due specie consente di ottenere esemplari meno vigorosi e con entrata in produzione più rapida (approssimativamente al 10° anno) rispetto al franco, ma può dar luogo ad episodi di disaffinità e riduzione della longevità [3], [4], [7], [11].

L'utilizzo della micropropagazione potrebbe consentire, anche per il sorbo, da un lato la rapida moltiplicazione d'individui interessanti e, dall'altro, lo sfruttamento degli eventuali effetti sul vigore della pianta e quindi sul ritmo di accrescimento nella fase post-vitro [17], [18], particolarmente apprezzati in ambito forestale [19]. In un lavoro preliminare sono stati individuati i fattori responsabili del successo della tecnica [20] e inoltre è stato possibile evidenziare marcate differenze genotipiche in risposta ai trattamenti effettuati.

### 1.2.2. Legno di pioppo per l'imballaggio

Non esistono al momento piantagioni specializzate per la produzione di legno per imballaggio, se si esclude qualche centinaio di ettari costituiti con semenzali di pioppo bianco, per lo più in Lombardia, con i finanziamenti del Reg. '2080/92'. Il modello colturale che più si avvicina è quello per la produzione di legname per l'industria della carta che si è sviluppato in Italia agli inizi del secolo scorso ed è stato successivamente abbandonato per la produzione di legname per l'industria del compensato, economicamente più remunerativo. Produzioni specializzate per la produzione di cellulosa si trovano nel Nord America in particolare negli USA [21]. Il turno arriva a 5-7 anni, con una densità di circa 1600 piante per ettaro, la raccolta è effettuata con mezzi meccanici [22]; queste piantagioni sono situate in prossimità dell'impianto di trasformazione, fino ad un massimo di 70 km di distanza. Le piantagioni sono state costituite sulla costa occidentale di USA e Canada in condizioni ideali per la crescita delle piante quanto ad insolazione, la stagione vegetativa è di circa 200 giorni l'anno, e disponibilità di acqua per l'irrigazione. L'irrigazione viene in genere effettuata con il metodo a goccia, i gocciolatori erogano 3 l per ora. L'impianto di irrigazione funziona sei mesi l'anno, distribuendo circa 50 m<sup>3</sup> per ettaro a giorni alterni. L'erogazione è regolata da sonde a termocoppia che misurano l'umidità del terreno nella zona esplorata dagli apparati radicali. Questi rimangono abbastanza superficiali e raramente scendono sotto i 50 cm obiettivo dell'irrigazione è mantenere umida questa fascia di terreno per tutto il periodo vegetativo, così che le piante possano crescere senza restrizioni.

I fertilizzanti sono distribuiti attraverso l'impianto di irrigazione. Le stazioni di pompaggio sono dotate di serbatoi per il fertilizzante, che può essere miscelato agendo sui raccordi dei distributori.

In genere si applica azoto, fosforo e le quantità sono dosate in funzione del fabbisogno che viene valutato con campionamenti fogliari effettuati a intervalli regolari. Una concimazione di base viene effettuata durante le preparazioni del terreno utilizzando fertilizzante granulare.

La preparazione del terreno implica: una discissura profonda (75 cm) e una lavorazione superficiale con erpici. Durante la lavorazione viene applicata una prima dose di fertilizzante organica, a cui spesso si aggiunge un erbicida di pre-emergenza. L'impianto è effettuato manualmente, perché solo l'impianto manuale garantisce che ciascuna pianta sia collocata esattamente presso l'erogatore, oltretutto risulta conveniente economicamente. Si usano talee di 50 cm, con diametro tra 1,5 e 3 cm.

Di solito ogni industria ha il suo vivaio privato, che effettua pure selezioni e incroci. C'è un programma di sperimentazione che consente di produrre nuovi cloni ogni anno.

Le infestanti sono combattute in modo selettivo, e solo nei primi 2-3 anni, cioè fino a quando gli alberi si sono sviluppati abbastanza da non temerne più la concorrenza. In genere viene applicato un erbicida di pre-emergenza al momento dell'impianto, così da garantire un certo vantaggio iniziale alla coltura arborea. Nel corso delle prime stagioni vegetative si effettuano un paio di sarchiature annuali.

Per gli insetti si preferisce la lotta integrata, basata sull'uso di trappole. I trattamenti si effettuano solo quando si supera la soglia di allarme. Generalmente si impiega il *Bacillus thuringiensis*, applicato con mezzi aerei. I trattamenti sono poco frequenti perché le infestazioni massicce sono molto rare.

In condizioni favorevoli, la piantagione può raggiungere accrescimenti notevoli: 15-20 t di sostanza secca (s.s.), 0% di umidità, per ettaro per anno.

La raccolta è effettuata a 6-7 anni dall'impianto, quando sul terreno ci sono circa 120 t di s.s. a ettaro [22]. A questa età, la pianta media ha un'altezza superiore ai 20 m e un diametro a petto d'uomo intorno ai 15-20 cm. Questa pezzatura è idonea alla produzione di legname per l'industria cartaria o del pannello ricostituito.

Le piante sono raccolte con attrezzature forestali convenzionali. L'abbattimento è effettuato da feller-bunchers (abbattitrici) che tagliano le piante e le riuniscono in fastelli. I fastelli sono raccolti da un trattore forestale articolato. La pinza può accumulare un carico di circa 2 t., che viene



trascinato fino all'imposto su una distanza media di 2-300 m. la produttività raggiunge le 40 t/ora di legname fresco.

All'imposto è piazzata una macchina integrata che effettua la sramatura, la scortecciatura e la cippatura in un solo passaggio.

La macchina è composta da una normale cippatrice a disco, alla cui imboccatura è posta una scortecciatrice a catena. Le piante sono fatte passare attraverso le catene in rotazione che flagellano violentemente, staccando rami, foglie e corteccia. Solo il legno raggiunge la cippatrice, che riduce il fusto in scaglie lunghe 30-40 mm. Rami, foglie e corteccia sono espulsi lateralmente dalla scortecciatrice e vengono accatastati in grossi mucchi, utilizzando un convogliatore o un secondo trattore. Il prodotto di scarto è utilizzato come combustibile dalla stessa fabbrica o da una centrale elettrica a biomassa. Il rapporto tra cippato da fibra e cippato energetico è generalmente di 10:2 ogni ettaro produce in media 100 t di fibra e 20 t di combustibile, espresso in sostanza secca [22].

Conclusa la raccolta si effettua la rimozione delle ceppaie. Normalmente questa operazione è effettuata con un bulldozer, o con un doppio aratro a disco il Rotolifter. La macchina sembra in grado di estirpare circa ottocento ceppaie all'ora [23].

In Italia le piantagioni di questo tipo sono state costituite e coltivate con modalità mutate dalla pioppicoltura tradizionale.

### 1.2.3. Biomasse per energia

Globalmente si calcola che il 7% dell'energia mondiale sia derivata dal legno, anche se nei paesi sviluppati la quota scende al 2%. Poiché l'energia prodotta è di fatto energia solare trasformata in legno la CO<sub>2</sub> che si immette nell'atmosfera bruciando legno è la stessa che gli alberi le avevano sottratto crescendo; per questo l'energia prodotta con biomasse legnose anziché con il petrolio è considerata con particolare favore nell'ambito delle politiche volte alla mitigazione dei cambiamenti climatici indotti dall'effetto serra [24], [25], [26], [27]. Le coltivazioni specializzate con salicacee per la produzione di energia, soprattutto termica, si sono sviluppate negli anni '90 in Nord Europa in particolare in Svezia [28]. La novità degli anni più recenti è l'impiego del legno non solo per la produzione di energia termica, ma anche di energia elettrica. Numerosi gruppi industriali hanno proposto progetti di centrali termoelettriche da alimentare con biomasse; generalmente si tratta di centrali di dimensioni modeste (10-20 MWe di potenza ciascuna). Il Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 (Decreto "Bersani") ha costituito la principale giustificazione economica per i primi impianti energetici; esso prevede che, a partire dal 2001, il 2% di tutta la nuova energia elettrica immessa sul mercato debba provenire da fonti rinnovabili; successivamente altri atti legislativi sono stati emanati a sostegno della bioenergia fino ad arrivare alle recenti indicazioni dell'UE per il 2020 di ridurre i consumi di energia primaria del 20%, abbattere il livello dei gas ad effetto serra del 20% rispetto al 1990 e coprire almeno il 20% del fabbisogno energetico attraverso le rinnovabili.

E' pertanto probabile che anche per il futuro verranno attuati incentivi per via diretta od indiretta anche alle coltivazioni legnose per biomassa per cui questo settore riceverà un impulso ben superiore a quanto si giustifichi sulla base di un semplice conto economico che consideri solamente il costo di produzione dell'energia.

Le fonti di approvvigionamento di biomasse legnose formano uno spettro abbastanza ampio: dal taglio dei boschi cedui, al recupero dei residui delle prime lavorazioni forestali, agli scarti degli impianti di seconda lavorazione del legno, ai tralci e rami di potatura di viti e alberi da frutto, ai residui delle potature in ambiente urbano, al materiale di piccole dimensioni derivato dall'abbattimento dei pioppeti, per finire alle vere e proprie piantagioni di alberi da allevare a cedui con turni brevi o brevissimi. Ma mentre per tutto ciò che è sottoprodotto o scarto di un'utilizzazione principale il problema economico maggiore è la verifica di compatibilità economica dei costi aggiuntivi della raccolta e del trasporto, una valutazione economica di una piantagione che veda nella biomassa il prodotto principale deve tenere conto di ogni fonte di costo dell'intero ciclo colturale per valutare correttamente la redditività.

In Italia il motore delle prime esperienze è stato l'ENEL che, nell'ambito del progetto "Energy Farm" finanziato dalla Commissione Europea con il programma Thermie ha stimolato ricerche su vari aspetti cruciali della filiera, dalla scelta delle specie legnose sino alle tecniche di raccolta e stoccaggio del prodotto [29]. La maggior parte delle conoscenze a tutt'oggi disponibili da ricerche svolte nel nostro Paese ha origine diretta o indiretta da questo progetto [30].

Più recentemente ricerche sono state finanziate nell'ambito di progetti finalizzati del MiPAF (Ri.Selv.Italia, Bioenergie) e a livello regionale con il programma ProBio. Sono state individuate le specie più idonee nei vari macro-ambienti italiani: pioppi e salici nelle pianure irrigue del nord, eucalitto al centro-sud, robinia in collina.

Le produzioni ottenute in Lombardia ed in Veneto, negli impianti finanziati con il precedente piano di sviluppo rurale, risultano però inferiori alle aspettative. Un aumento della produttività è possibile sia migliorando il modello colturale, riducendo contemporaneamente i costi ancora troppo elevati, sia per via genetica selezionando cloni più produttivi di quelli attualmente impiegati.

L'imprenditore agricolo che pensi oggi alle coltivazioni bioenergetiche come ad una scelta possibile per la propria azienda deve ancora fare i conti con le molte carenze di informazioni attendibili su aspetti critici della filiera. Si rischia di sottovalutare problemi colturali che si presenteranno, in particolare quelli legati alla difesa dai parassiti, di esagerare le stime delle produzioni possibili, di trascurare gli aspetti di organizzazione e integrazione di una filiera che ancora deve nascere.

Prendiamo ad esempio le produzioni. Le stime effettuate in diversi ambienti dell'Italia settentrionale e centrale con pioppi, salici e robinia autorizzano a considerare realistiche produzioni di 10-12 tonnellate di sostanza secca per ettaro e anno in terreni di media fertilità [31], [32], [33] [34]. Valori superiori possono essere raggiunti localmente in terreni particolarmente fertili e con cure colturali intensive e costose [35], [36] ma appaiono difficilmente raggiungibili ovunque le 25-30 tonnellate ad ettaro all'anno che talora vengono prospettate [37].

La durevolezza della produttività nel tempo è un ulteriore punto oscuro. Le esperienze finora condotte mostrano che, con ceduzioni ravvicinate (3 anni), la produttività globale di pioppi e salici decade seppur lentamente dopo la seconda, terza ceduzione, per morte di parte delle ceppaie non sufficientemente compensata dal maggior accrescimento delle piante superstiti. Previsioni ragionevoli sulle produzioni sono possibili fino al decimo, dodicesimo anno dall'impianto: oltre, semplicemente non ci sono ancora dati.

## 2. GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto aveva come finalità la ottimizzazione delle produzioni legnose fuori foresta, in particolare l'individuazione di nuove tecniche per migliorare l'arboricoltura da legno ricercando anche nuovi utilizzi per il legname prodotto in Regione.

I principali obiettivi che questa ricerca si prefiggeva di conseguire erano:

- A. La valutazione delle latifoglie nobili delle specie Sorbo e Pero per la produzione di legno da lavoro da destinare a produzioni artigianali pregiate. L'interesse verso la coltura delle piante di queste specie è rivolto oltre che alla indubbia qualità tecnologiche del legno anche alle loro caratteristiche ecologiche che ne fanno delle preziose essenze forestali. Era importante poter individuare potenziali piante madri (selvatiche e non) di *Sorbus domestica* L., *S. torminalis* (L.) Crantz e *Pyrus* spp L. con caratteristiche superiori da utilizzare per il prelievo di materiale di propagazione, in particolare, semi e/o gemme. Era poi necessario mettere a punto una rapida propagazione vegetativa dei genotipi più interessanti utilizzando le tecniche della coltura *in vitro* e infine testare i cloni selezionati in impianti pilota, a regime di fustaia, situati in diversi ambienti pedoclimatici
- B. Le valutazioni di modelli colturali ad alta densità per produzioni di legno di pioppo e salice destinate al settore dell'imballaggio e dell'energia. Per le Salicacee un'innovazione nei modelli colturali per questi segmenti industriali potrebbe consentire di diversificare la produzione,



rispetto alla pioppicoltura tradizionale finora praticata, e migliorare gli sbocchi di mercato. In particolare meritano attenzione due forme alternative di produzione di legno di pioppo:

- i. piantagioni ad alta densità (900-1100 piante/ha) con turni dimezzati rispetto alla pioppicoltura classica (5 anni) per la produzione di tronchi di 18-20 cm di diametro da destinare principalmente all'industria del pallet;
- ii. piantagioni ad altissima densità (9000-14000 piante/ha) con turni di ceduzione biennali o triennali per la produzione di biomassa per uso energetico. La novità degli anni più recenti è l'impiego del legno non solo per la produzione di energia termica, ma, come precedentemente ricordato, anche di energia elettrica da sola o abbinata a quella termica negli impianti di cogenerazione.

C. La messa a punto di modelli colturali per piantagioni miste comprendenti le latifoglie nobili Sorbo e Pero per la produzione di legname pregiato e le Salicacee per uso energetico. Poiché le piante di Sorbi e Peri hanno un accrescimento iniziale abbastanza lento rispetto a Pioppi e Salici era importante trovare le distanze d'impianto e determinare la lunghezza dei turni di ceduzioni al fine evitare eccessive e deleterie competizione tra le specie principali e le accessorie. D'altra parte una giusta competizione tra le specie a rapida crescita e quella con accrescimento più lento può contribuire a migliorare l'accrescimento in altezza e la riduzione delle dimensioni dei rami con effetto positivo su una pratica importante per la qualità del legno come la potatura.

### 3. PERO E SORBO DA LEGNO

Il primo obiettivo previsto dal piano di ricerca, di pertinenza del Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università di Milano (DIPROVE) era l'individuazione di potenziali piante madri di *Sorbus domestica* L., *S. torminalis* (L.) Crantz e *Pyrus* spp L. con caratteristiche superiori da utilizzare per il prelievo di materiale di propagazione. In relazione a ciò è continuata l'opera di mantenimento e di monitoraggio dei campi-collezione, ubicati presso l'Azienda Sperimentale 'Cascina Baciocca' dell'Università degli Studi di Milano e l'attività di selezione degli individui con caratteristiche di pregio. In particolare si tratta di campi di semenzali di *S. domestica* L. ('Tosca', 'Serbia' e 'Oxford') messi a dimora nella primavera del 2001, e di semenzali di *S. torminalis* (L.) Crantz (Tozzoni 1) e di *Pyrus* spp. L. micropropagati, messi a dimora nel 2003 e nel 2002, rispettivamente (Fig. 2). L'impianto è stato realizzato con sestri di 6 × 6 m, su terreno sciolto, di media fertilità; ciascuna pianta è stata munita di tutore. Il piano di concimazione prevedeva l'apporto di 100 kg/ha di azoto, frazionato in due somministrazioni: alla ripresa e durante la stagione vegetativa. Si eseguirono, inoltre, interventi di diserbo. Il campo di selezione è dotato di un sistema di irrigazione a goccia che è operativo approssimativamente dal mese di aprile fino a settembre. Già dopo la prima stagione vegetativa le piante venivano potate con la finalità di favorire l'accrescimento del fusto, evitando fenomeni di competizione e scorrette impostazioni del tronco. I semenzali di 'Tozzoni 1', ottenuti dalle semine effettuate nel 2001 [16] furono allevati in vaso e, dopo un anno dalla germinazione, impiegati per la misura del diametro del fusticino e dell'altezza e il conteggio del numero di gemme. A partire dal gennaio del 2005, con cadenza annuale, furono eseguiti di nuovo i rilievi relativi a: diametro ( $\varnothing$ ) a 20 cm dal colletto, altezza e numero di ramificazioni laterali (Tab. 1) [38]. L'individuazione di parametri rilevabili precocemente (post-germinazione) e correlabili ai caratteri d'interesse (vigore dell'albero) può contribuire allo snellimento dell'onerosa gestione del materiale di base, fornendo, in aggiunta, gli elementi per la formulazione di schemi predittivi dell'andamento delle variabili oggetto d'indagine. In Fig. 1, ad esempio, si evince che gli individui con altezza iniziale superiore a 20 cm conseguono allungamenti superiori alla media.

In Tab. 2 si evidenzia l'effetto del genotipo (diversa provenienza) sugli incrementi diametrali di *S. domestica* L. e, in particolare, le piante di 'Oxford' si sono avvicinate ad un incremento medio di 2 cm annuali rispetto a quelle di 'Serbia' che hanno riportato un incremento medio di circa 1,3 cm; infine, 'Tosca' ha conseguito incrementi intermedi tra i due.

Parametri	Min	Max	Media	Dev Std	N
D20 (2002)	0.2	0.7	0.4	0.1	210
H (2002)	3.0	45.0	14.6	9.8	209
D20 (2005)	0.8	3.8	2.2	5.7	121
H (2005)	63.0	330.0	175.9	46.5	121
D20 x H (2002)	6.0	29.2	6.9	62.3	210
D20 x H (2005)	50.4	990.0	408.1	182.1	121

Tabella 1. Valore minimo, massimo e medio del diametro a 20 cm (D20) e dell'altezza (H) di semenzali *S. torminalis* (L.) Crantz 'Tozzonil 1', rilevati su campioni con diverso numero di piante (N) ad un anno dalla germinazione (2002) e al termine della seconda stagione vegetativa in campo (2005), e indice di accrescimento (D20 x H)

Provenienza	D150 (2008)	Inc D150 (2007-2008)
Serbia	6.8 A*	1.3 A*
Tosca	7.6 AB	1.6 AB
Oxford	8.3 B	1.9 B

Tabella 2. Diametro del fusto a 150 cm dal colletto (D150) su semenzali di *S. domestica* L. di diversa provenienza, piantati nel 2001, e relativo accrescimento (Inc D150) (\*A lettere diverse corrispondono medie diverse in accordo al test di Tukey P=0,05)

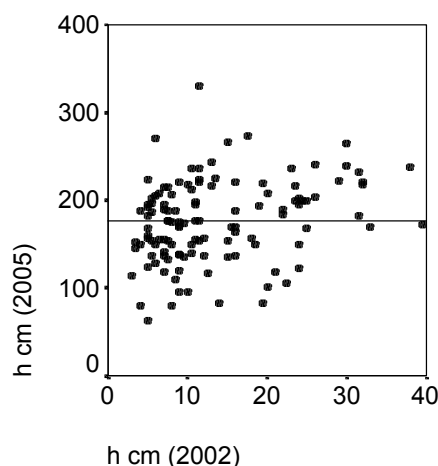


Figura 1. Correlazione significativa (Pearson 2-code, 28\*\*) tra l'altezza (h) dei semenzali in post germinazione (2002) e l'altezza alla fine della seconda stagione vegetativa in campo (2005).

Per quanto riguarda il pero una decina di cloni di *P. communis* L. subsp *communis* var. *sativa* (DC.) Gams e *P. pyraeaster* (L.) Burgsd., hanno superato la prima fase di selezione e sono coltivati presso Cascina Baciocca di Cornaredo (MI).

Il secondo obiettivo riguardava la formulazione di protocolli per la micropropagazione delle diverse accessioni di Sorbo. La citochinina BA (6-benziladenina) impiegata nella fase di proliferazione delle accessioni di *S. torminalis* (L.) Crantz ha avuto un effetto ritardante sulla successiva fase di radicazione, infatti, a 40 giorni dal trattamento rizogeno il 35% dei germogli provenienti da terreno privo di citochinina presentava radici, contro il 14% di quelli provenienti da terreno contenente BA. E' stata inoltre osservata un'interazione tra le diverse accessioni di *S. torminalis* (L.) Crantz e la BA sull'efficienza di radicazione e, in particolare, tre accessioni provenienti da terreno contenente il fitoregolatore hanno evidenziato riduzione, sino alla totale soppressione in un caso, della capacità rizogena. Le due selezioni di *S. domestica* L. 'Tosca 3' e 'Tosca 10/16' conseguivano i loro massimi livelli di radicazione in tempi più brevi rispetto alle selezioni di *S. torminalis* (L.) Crantz; in particolare nel caso di 'Tosca 3' il completamento della fase di radicazione avveniva nel momento in cui le selezioni di *S. torminalis* (L.) Crantz erano solo all'inizio del processo. Le piantine beneficiano del pre-trattamento su terreno privo di ormoni prima di essere sottoposte all'induzione rizogena poiché in tal modo si conseguono livelli di sopravvivenza *ex vitro*. Le foglie persistenti (formatesi *in vitro* che hanno proseguito ad accrescersi anche durante la fase di ambientamento) raggiungevano tuttavia una dimensione finale inferiore rispetto a quelle che si formavano *in vivo*. Gli stomi delle foglie persistenti (*ex vitro*) inoltre presentavano una morfologia peculiare variabile da forme normali ad altre parzialmente o totalmente degenerate (Fig. 3) [39].



Figura 2. Piantine ambientate (*ex vitro*) di *S. torminalis* (L.) Crantz

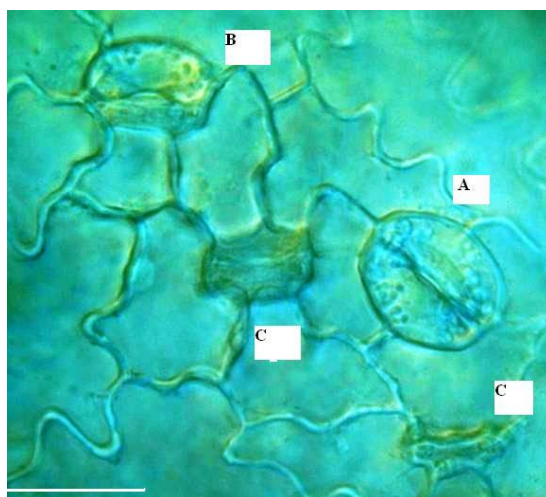


Figura 3. Tipi di stoma di una foglia *ex vitro* (A, normale; B, asimmetrico; C, degenerato). Barra=20 µm

## 4. PIOPPI E SALICI PER IMBALLAGGIO ED ENERGIA

### 4.1. LE PIANTAGIONI

Nell'ambito del Progetto MOPROLEGNO, tra il 2005 e il 2007, sono state costituite cinque piantagioni (Tab. 3), utilizzando cloni di pioppo e salice (Tab. 4) allevati a densità elevata; di seguito le stesse sono analizzate in dettaglio per ogni singola località:

- Persico Dosimo (CR), Azienda Grassi (Silva Consorzio): l'impianto, effettuato nell'aprile 2005, è stato progettato con disegno sperimentale a blocchi completi randomizzati con quattro replicazioni. I cloni di pioppo e salice utilizzati sono riportati in Tab. 4. Come materiale sono state utilizzate pioppelle di un anno di vivaio per il pioppo e talee lunghe 70-100 cm per il salice, poste ad idratare per alcuni giorni prima della messa a dimora. La spaziatura è 3 x 3 m corrispondente ad una densità di 1111 piante per ettaro.



Modello	Sigla	Località	Azienda	Anno
Densità elevata	A	Persico Dosimo CR	Grassi	2005
“ “	B	Gazzo Bigarello MN	Carpaneta	2006
“ “	C	Rivarolo del Re CR	Comune	2007
Densità elevatissima	D	Gazzo Bigarello MN	Carpaneta	2006
“ “	E	Cremona	Ferlenghi	2007

Tabella 3. Località, azienda e anno d'impianto degli impianti costituiti nell'ambito del progetto

Specie	Clone	A	B	C	D	E
<i>Populus deltoides</i> Bartr.	84-078	x	x			
<i>P. deltoides</i> Bartr.	85-037	x	x			
<i>P. deltoides</i> Bartr	Baldo	x	x	x		
<i>P. deltoides</i> Bartr	Lux			x		
<i>P. deltoides</i> Bartr	Oglio					x
<i>P. alba</i> L.	Villafranca					x
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	I-214					x
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	Orion			x		x
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	83.002.011	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	83.002.031	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	83.120.036		x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	83.141.020	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	Imola	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	83.190.012	x				
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	84.048.032	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	84.260.003	x	x			
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	AF2				x	
<i>Populus sp</i> L.	Monviso				x	
<i>Salix alba</i> L.	SI64-017	x	x			x
<i>S. babilonica</i> L. × <i>S. alba</i> L.	SE65-066 (131-25)	x	x			
<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?	Drago	x	x			x
<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?	Levante	x	x			x
<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?	S76-008	x	x			

Tabella 4. Specie e cloni di pioppo e salice utilizzati nella sperimentazione nelle piantagioni di Persico Dosimo (A), Gazzo Bigarello (B, D), Cremona (E) Rivarolo del Re (C).

- Gazzo Bigarello (MN), Azienda ‘Carpaneta’ (ERSAF, Regione Lombardia): sono presenti tre impianti con diverso modello colturale tutti costituiti nel marzo-aprile 2006.

Il primo impianto (D) riporta lo stesso disegno sperimentale, la stessa densità e spaziatura e lo stesso materiale genetico utilizzato a Persico Dosimo (Tab. 4), eccetto che per un clone di pioppo ibrido ‘83.120.036’ che sostituisce ‘83.190.012’; sono però state utilizzate piantine di un anno di vivaio sia per i pioppi che per i salici.

Il secondo impianto (E) è un ceduo a turno breve in purezza con rotazione biennale e spaziatura 2.1 × 0.73 m, quindi densità elevatissima (6523 piante per ettaro). I cloni di pioppo utilizzati sono due: ‘Monviso’ e ‘AF2’ selezioni della Ditta Franco Alasia vivai.

- Rivarolo del Re (CR), proprietà comunale, anche qui è stata messa a dimora nel 2007 una piantagione di pioppo e salice per la produzione di legname per i pallets, il dettaglio dei cloni è riportato in Tab. 4 colonna C (pallet). Nel 2008 sono state sostituite le fallanze. Anche questa prova è stata messa a dimora con disegno sperimentale a blocchi completi randomizzati con tre replicazioni

- Cremona, Azienda Ferlenghi (Silva Consorzio): un primo impianto è stato messo a dimora nella primavera 2006, però a causa soprattutto dell’andamento stagionale particolarmente arido la sopravvivenza delle piantine è risultata molto scarsa per cui la prova è stata completamente rifatta nel 2007. In questa azienda è stata messa a dimora una piantagione ad altissima densità di sole salicacee, i cloni di pioppo e di salice utilizzati sono riportati in Tab. 4 colonna E. Nella prova è stato utilizzato un disegno sperimentale a blocchi completi randomizzati con tre replicazioni. Fuori progetto è stata costituita una piantagione di biomassa con *Robinia pseudoacacia* provenienza ‘Energy’ della Ditta ‘Allasia Plant’ di Cavallermaggiore (CN) messa a dimora con due diverse densità 3333 (rada) e 6667 (fitta) piante per ettaro.

La coltivazione è stata condotta secondo il protocollo colturale riportato in appendice.

Alla fine di ogni stagione vegetativa sono stati rilevati attecchimento o sopravvivenza, accrescimenti e produzioni.

In particolare su pioppo e salice sono stati misurati:

- attecchimento (Att.) e sopravvivenza (Sop) percentuale;
- diametro a 130 cm da terra di tutti i polloni vivi > 150 cm di altezza;
- numero medio di polloni vivi per ceppaia;
- altezza totale delle piante (a campione);
- peso allo stato verde e secco su piante campione;
- numero di piantine per metro o per astone messo a dimora nell’impianto di Casale M.

Su sorbo e pero sono stati misurati:

- attecchimento (Att.) e sopravvivenza (Sop) percentuale;
- diametro a 20 cm da terra e a 130 cm da terra (dove possibile);
- altezza totale.

I dati sono stati elaborati per valutare la crescita dei genotipi di sorbi e peri in purezza e l’interazione con le salicacee negli impianti misti. Nelle piantagioni con salicacee è stata stimata la biomassa prodotta da pioppo e salice (t/ha di sostanza secca) utilizzando formule che mettono in relazione il diametro con il peso secco [40]. I valori medi parcellari di attecchimento, sopravvivenza, crescita e biomassa prodotta sono stati confrontati con l’analisi della varianza (ANOVA) ed è stato utilizzato il test SNK in caso di significatività.

## 4.2. RISULTATI

### 4.2.1. Impianti di Salicacee per la produzione del pallet.

I risultati relativi a questa tipologia d’impianto, con densità di 1111 p/ha, sono riportati in Tab. 5 (Persico Dosimo - CR) e Tab. 6 (Gazzo Bigarello - MN). I dati sono relativi alle produzioni di biomassa stimate alla fine del secondo anno in entrambe le piantagioni.

Specie	Cloni	B.S. 2007
Pioppi	83.141.020	4.669 AB
“	85-037	1.331 B
“	Baldo	1.677 AB
“	84-078	1.805 AB
“	Imola	4.378 AB
“	84.260.003	2.696 AB
“	83.190.012	1.233 B
“	83.002.011	3.369 AB
“	83.002.031	2.394 AB
“	84.048.032	2.358 AB
Salici	SE65-066 (131-25)	6.983 A
“	Drago	4.743 AB
“	Levante	5.034 AB
“	SI64-017	4.592 AB
“	S76-008	3.402 AB
Media specie	Pioppi	2.591 B
“ “	Salici	4.951 A
Media generale		3.378
Val. di F	Specie	20.2**
“ “	Cloni	3.0**

Tabella 5. *Persico Dosimo (CR)*. Impianto con 10 cloni di pioppo e cinque di salice, densità di 1667 p/ha. Medie, valori di F e test SNK della biomassa anidra (t/ha) prodotta durante i primi due anni di crescita (B.S. 2007)

In Tab. 5 sono riportati i risultati dei primi due anni di coltivazione. Problemi legati all’impianto tardivo (scarso attecchimento e sopravvivenza durante il primo anno di alcuni cloni) e alla modalità di coltivazione estensiva hanno causato una minor produzione rispetto all’impianto di Gazzo Bigarello, quasi tre volte inferiore.

A Persico Dosimo le differenze tra le specie risultano statisticamente significative, i salici hanno in media prodotto quasi il doppio dei pioppi. Il clone di salice più produttivo è stato SE65-066 (*S. babylonica* x *S. alba* ‘131-25’) con quasi 7 t/ha di sostanza secca, mentre il clone di pioppo più produttivo è stato 83.141.020 (*P. canadensis*) con 4.7 t/ha di sostanza secca.

A Gazzo Bigarello (MN) invece le differenze tra le specie non risultano statisticamente significative (Tab. 6); il salice ha prodotto poco più del pioppo. Tra i salici si è evidenziato il clone Drago (S76-004) che ha prodotto 10.6 t/ha di sostanza secca in due anni. Tra i pioppi si sono evidenziati alcuni cloni: Baldo, Imola e 84.260.003, risultati decisamente superiori alla media avendo prodotto rispettivamente 11.7, 10.9 e 10.6 t/ha di sostanza secca in due anni. I cloni di pioppo che invece hanno dato produzioni inferiori probabilmente o sono molto adatti all’ambiente o sono caratterizzati da una crescita più lenta durante i primi anni del turno. La situazione potrebbe ancora cambiare nei



prossimi anni, e le effettive capacità produttive si potranno confrontare solo al termine del primo turno che si prevede quinquennale.

Specie	Cloni	B.S. 2007
Pioppi	83.141.020	8.900 AB
“	85-037	10.509 AB
“	Baldo	11.730 A
“	84-078	6.239 B
“	Imola	10.891 AB
“	84.260.003	10.597 AB
“	83.120.036	8.104 AB
“	83.002.011	10.243 AB
“	83.002.031	6.601 B
“	84.048.032	6.756 B
Salici	SE65-066 (131-25)	9.161 AB
“	Drago	10.595 AB
“	Levante	10.151 AB
“	SI64-017	10.065 AB
“	S76-008	9.857 AB
Media specie	Pioppi	9.057
“ “	Salici	9.966
Media generale		9.365
Val. di F	Specie	3.4 n.s.
“ “	Cloni	3.2 **

Tabella 6. Gazzo Bigarello (MN). Impianto con 10 cloni di pioppo e cinque di salice, densità di 1111 p/ha. Medie, valori di F e test SNK della biomassa anidra (t/ha) prodotta durante i primi due anni di crescita (B.S. 2007)

#### 4.2.2. Impianti di Salicacee in purezza e ad altissima densità per la produzione di biomassa

Buoni sono anche i risultati di produzione ottenuti a Gazzo Bigarello (MN) negli impianti puri con Monviso ed AF2 (Tab. 7) con densità pari a 6523 p/ha: 11.3 t/ha/anno di sostanza secca per Monviso e 8.3 t/ha/anno di sostanza secca per AF2 (dati ottenuti da pesatura dei carri di cippato alla raccolta).

Risultati interessanti sono stati ottenuti dal confronto di produzione tra questo tipo di piantagione e l'impianto di salicacee da biomassa consociato con le latifoglie nobili descritto nel precedente lavoro, utilizzando come parametro la quantità di sostanza secca prodotta in kg per metro lineare di filare ( $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-1}$ ) (Tab. 7).

Tipo impianto	Clone	B.f	Um.	B.s.a.	Kg ss/m
Puro	AF2	42.7	61.2	8.3	3.3
“	Monviso	57.8	60.9	11.3	4.5
Consociato	AF2	50.4	61.0	9.8	4.0
“	Miscela di cloni	29.2	60.2	5.8	4.9

Tabella 7. Gazzo Bigarello (MN). Confronto tra impianto in purezza con AF2 e Monviso e impianto misto con latifoglie di pregio dei clone AF2 e dell'insieme di cloni di pioppo e salice sperimentali (MIX). Produzione di biomassa tal quale (B.f.) in t/ha raccolta dopo due anni di crescita, percentuale di umidità alla raccolta (Um.), biomassa secca (B.s.a.) in t/ha/anno e in kg per metro lineare di filare (Kg ss/m).

Clone	H1
<i>Pioppi</i>	
I-214	65 B
Oglio	54 B
Orion	74 B
Villafranca	65 B
<i>Salici</i>	
Levante	71 B
Drago	124 A
SI64-017	116 A
Valore di F	21.9 **

Tabella 8. Cremona. Medie, ANOVA e SNK dell'altezza alla fine del primo anno in cm (H1) dell'impianto da biomassa in purezza.

Clone	D1	H1	D2	H2
Rado	6.1	154	25.7	363
Fitto		139	30.9	373
Media Gen		147	28.3	368

Tabella 9. Cremona. Robinia alla densità di 3333 (rado) e 6667 (fitto) piante per ettaro. Medie di: diametri a 130 cm da terra in mm alla fine del primo (D1) e del secondo anno (D2) e altezza totale in cm alla fine del primo anno (H1) e del secondo anno (H2)

Confrontando le produzioni espresse per metro lineare e non per unità di area, si nota una capacità produttiva molto simile per i due impianti, addirittura superiore nel caso della miscela clonale in

impianto misto con latifoglie di pregio. Le salicacee nell'impianto misto crescono molto di più di quelle dell'impianto da biomassa in purezza, avendo molto spazio a disposizione nelle interfile delle essenze di pregio.

A Cremona (Tab. 8) sono disponibili solo i dati di accrescimento del primo anno perché prima della fine della seconda stagione vegetativa l'impianto è stato distrutto per permettere l'allargamento della strada confinante. Gli accrescimenti alla fine del primo anno risultano comunque modesti, tra i pioppi si evidenzia ancora una volta il clone Orion e tra i salici il Drago.

Risultati migliori sono stati ottenuti con la Robina 'Energy' (Tab. 9) con accrescimenti in altezza intorno a 1,5 m alla fine del primo anno e superiori ai 3,5 m alla fine del secondo anno. Questa provenienza di robinia risulta decisamente più rustica rispetto a pioppi e salici e più adatta all'utilizzo nei terreni agricoli non irrigui della pianura cremonese.

## 5. PRIME ESPERIENZE DI CONSOCIAZIONE TRA LATIFOGGLIE DI PREGIO E CEDUI A TURNO BREVE

### 5.1. GLI IMPIANTI SPERIMENTALI

Gli impianti sperimentali costituiti nell'ambito del progetto sono riportati in Tab. 10; due sono stati costituiti nel 2006 e due nel 2007. Le latifoglie di pregio utilizzate sono state naturalmente pero, sorbo e ciavardello. Per la produzione di biomassa invece sono stati testati vari cloni di pioppo e salice (Tab. 11); i cloni utilizzati per la maggior parte sono stati tutti selezionati dal CRA- Unità di ricerca per le Produzioni Legnose fuori Foresta (PLF), con l'eccezione di AF2 selezionato dalla ditta Franco Alasia Vivai. Come materiale di impianto per le salicacee sono state usate talee, porzioni di fusto di piante di un anno di età, della lunghezza di 20-22 cm, e dal diametro medio tra 15 e 22 mm, idratate per almeno due giorni prima della messa a dimora a Rivarolo del Re e presso le Aziende Carpaneta e Ferlenghi rispettivamente a Bigarello (MN) e Cremona. A Casale Monferrato sono stati utilizzati invece astoni della lunghezza di 120 cm piantati orizzontalmente nel terreno alla profondità di 5 cm.

Località	Azienda	Ente	Anno impianto
Bigarello (MN)	Az. Carpaneta	ERSAF – R. Lombardia	2006
Cremona	Az. Ferlenghi	Privato	2006
Casale Monf. (AL)	Az. Mezzi	CRA – PLF	2007
Rivarolo del Re (CR)	Suolo pubblico	Comune	2007

Tabella 10. Prove sperimentali create nell'ambito del Progetto Mo.Pro.Legno.

Le latifoglie di pregio utilizzate nelle prove (sorbo, pero e ciavardello) sono state fornite come semenzali di un anno in vasetto dal vivaio di Curno (BG) dell'Ersaf Lombardia (provenienza Val di Nizza, PV) per la prova di Bigarello, mentre sono state acquistate da vivaisti privati della provincia di Mantova per quella di Rivarolo del Re e da 'Veneto Agricoltura' (provenienze di Arzignano - VI) per quella dell'Azienda Ferlenghi di Cremona. Per la prova di Casale Monferrato il Dipartimento di Produzioni Vegetali (DI.PRO.VE) dell'Università di Milano ha messo a disposizione piantine in vaso di cloni di pero (*Pyrus spp. L.*) e sorbo (*Sorbus domestica L.*) ottenuti da micropropagazione di piante selezionate (Tab. 12).



Specie	Clone	Bigarello	Casale M.	Cremona	Rivarolo
<i>Populus deltoides</i> Bartr.	84-078	x			
<i>P. deltoides</i>	85-037	x		x	
<i>P. deltoides</i>	Baldo	x			x
<i>P. deltoides</i>	Oglio		x		
<i>P. deltoides</i>	Lux		x		x
<i>P. alba</i> L.	Villafranca			x	
<i>P. ×canadensis</i> Mönch	Triplo		x		
<i>P. ×canadensis</i>	I-214			x	
<i>P. ×canadensis</i>	Orion	x		x	x
<i>P. ×canadensis</i>	83.141.020			x	
<i>P. ×canadensis</i>	Imola	x			
<i>P. ×canadensis</i>	AF2	x			
<i>P. ×canadensis</i>	Neva			x	
<i>Salix alba</i> L.	SI64-017	x		x	
<i>S. babylonica</i> L. × <i>S. alba</i> L.	SE65-066 (131-25)	x			
<i>S. matsudana</i> Koidz. × ?	S78-003	x			x
<i>S. matsudana</i> × ?	Drago	x			
<i>S. matsudana</i> × ?	Levante	x		x	
<i>S. matsudana</i> × ?	S76-008	x			x

Tabella 11. Specie e cloni di pioppo e salice utilizzati per la produzione di biomassa negli impianti misti del progetto Moprolegno.

Specie	Selezione	Provenienza
<i>Pyrus</i> spp L.	PVC 74-15-53	Prov. di Ravenna
<i>Sorbus domestica</i> L.	Tosca 10/16	Prov. di Bologna
<i>S. domestica</i> L.	Tosca 10/5	Prov. di Bologna
<i>S. domestica</i> L.	Tosca 3	Prov. di Bologna

Tabella 12. Specie e cloni di sorbo e pero utilizzati nella prova di Casale Monferrato.

#### 5.1.1. Cremona

Nella primavera 2006 il terreno è stato diserbato con glifosate, e lavorato con una aratura a 30 cm seguita da affinamento. L'impianto delle talee è stato effettuato mediante trapiantatrice meccanica Berto, mentre la messa a dimora delle piantine in vasetto (sorbo e ciavardello) è stata manuale e

tutte le piantine sono state dotate di *shelter*. Durante il primo anno si è verificata una elevata mortalità sia delle salicacee che delle latifoglie di pregio; le fallanze sono state sostituite nell'anno successivo. Le piante hanno ricevuto un'irrigazione localizzata solo al momento dell'impianto; le infestanti sono state controllate mediante triturazione dell'erba, una sola volta nella tarda primavera.



Figura 4. Gazzo Bigarello. Impianto misto al termine della prima (A) e della seconda stagione vegetativa (B).

#### 5.1.2. Gazzo Bigarello (MN)

L'azienda ERSAF Carpaneta di Gazzo Bigarello, ospita un impianto di grandi dimensioni, effettuato nel 2006 con cloni di pioppo e salice ed accessioni di sorbo, pero e ciavardello. La prova sperimentale è strutturata in modo da poter testare tre tipologie d'impianto: specie forestali in purezza, alternate ad una o a due file di biomassa (Fig. 4). Le spazature tra le specie di pregio sono di  $8 \times 8$  m con distanza di 4 m dalle file singole di biomassa e 3 m dalle file doppie. Le spazature tra le salicacee sono di  $2,1 \times 0,73$  m; l'impianto della biomassa è stato effettuato con l'ausilio di una trapiantatrice Rotor in dotazione all'azienda, mentre le specie di pregio sono state messe a dimora manualmente, e dotate di *shelter*, tutore e disco pacciamante di tessuto non tessuto. Il terreno è stato preparato con diserbo totale, aratura a 30 cm, ed erpicatura. Nessuna concimazione di fondo. All'impianto è stato utilizzato un prodotto antigerminello. Nel 2006 è stata effettuata una erpicatura, è stato utilizzato un prodotto insetticida per il controllo degli insetti defogliatori delle salicacee, ed è stata fatta una irrigazione. Nel 2007 è stato distribuito concime ternario (10:15:15) alla dose di 300 Kg per ettaro ed è stata effettuata una sola discatura.

#### 5.1.3. Casale Monferrato (AL)

L'impianto delle latifoglie è stato effettuato a mano nel mese di gennaio 2007. Ogni piantina è stata fornita di tutore, *shelter* e pacciamatura (cippato di pioppo). Le file di biomassa sono costituite nel mese di aprile 2007 con astoni di tre cloni di pioppo: Triplo (*Populus × canadensis* Mönch), Oglio e Lux (*P. deltoides* Bartr.). In questa località l'impianto delle salicacee è stato effettuato

utilizzando porzioni mediano basali di astoni della lunghezza di 120 cm posti in orizzontale a 5 cm di profondità uno di seguito all'altro. Non esiste quindi una spaziatura costante tra le piante di pioppo, in quanto queste sono ricacci casuali dalle gemme dell'astone; poichè il numero di ricacci per astone dipende dal genotipo è stato sottoposto ad analisi statistica. Le spaziature, in questo tipo di impianti devono essere scelte considerando gli spazi utili alla crescita delle varie entità genetiche, e tenendo in considerazione anche le necessità biennali di ceduzione e raccolta mediante l'utilizzo di macchine di grandi dimensioni e carri per il trasporto del materiale.

Le piantine di sorbo e pero sono state poste, tra di loro, ad una distanza di  $8 \times 8$  m; a 3 m dalle file di latifoglie nobili sono state piantate due file di biomassa a 2 m una dall'altra. Questo impianto è stato effettuato su un erbaio di *Lolium perenne* L., precedentemente seminato come foraggio. Si è deciso di mantenere il tappeto erboso, periodicamente falciato, per avere un migliore controllo delle infestanti e una maggior agibilità per eventuali interventi di difesa fitosanitaria e per la raccolta. La porzione di interfila destinata ad ospitare la biomassa è stata erpicata per facilitare l'impianto degli astoni. Successivamente solo le interfile tra le due file di biomassa sono state erpicate una volta all'anno per controllare le malerbe. L'annata 2007, particolarmente siccitosa, ha reso necessarie due irrigazioni di soccorso durante la stagione vegetativa; non sono stati invece necessari trattamenti antiparassitari.

Come disegno sperimentale è stato utilizzato il blocco completo randomizzato con quattro replicazioni, sia per le latifoglie, sia per i cloni di pioppo.

#### 5.1.4. Rivarolo del Re (CR)

L'impianto di Rivarolo, effettuato nel 2007 su suolo comunale è strutturato per ricevere le acque che fuoriescono dalle vasca di decantazione del depuratore. Le talee di pioppo e salice sono state fornite dal CRA-PLF mentre le latifoglie di pregio sono state acquistate presso un vivaio situato nelle vicinanze. Anche questo impianto, nel primo anno ha mostrato una mortalità elevata dovuta al mancato funzionamento del depuratore e quindi alla mancanza di acqua. Nella primavera 2008 sono state risarcite le fallanze e la cura dell'impianto è stata affidata ad un terzista che ha provveduto ad irrigare e controllare le infestanti. Non sono stati fatti trattamenti fitosanitari.

## 5.2. MISURAZIONI EFFETTUATE ED ELABORAZIONI

Negli impianti di Casale Monferrato, Cremona e Gazzo Bigarello, a partire dalla termine della prima stagione vegetativa e dopo ogni anno di crescita, sono stati misurati i seguenti parametri:

- a) sulle salicacee:
  - attecchimento al primo anno e successivamente la sopravvivenza (%)
  - diametro in mm a 130 cm dal suolo;
  - altezza totale in m (a campione);
- b) sulle latifoglie di pregio:
  - attecchimento al primo anno e successivamente la sopravvivenza (%)
  - diametro a 20 cm da terra (a campione);
  - diametro a 130 cm da terra (dove possibile);
  - altezza totale in cm;

Per le salicacee è stata stimata la biomassa secca prodotta nei vari anni utilizzando equazioni ottenute da regressione statistica. I valori di crescita (altezza e/o diametro delle latifoglie, biomassa secca prodotta dalle specie a rapida crescita) sono stati sottoposti ad Analisi della Varianza (*ANOVA*) con livello di significatività  $\alpha \geq 0.05$ .

Nell'impianto di Rivarolo a causa dell'elevata mortalità alla fine del primo anno non sono stati effettuati i rilevamenti dendrometrici.

### 5.3. RISULTATI

#### 5.3.1. Cremona

Pochi sono i risultati disponibili per la prova di Cremona, a causa della elevata mortalità iniziale e delle sostituzioni effettuate. In Tab. 13 sono riportati i valori medi di diametro e di altezza dei cloni che hanno avuto l'attecchimento e la sopravvivenza maggiori. In questa località il clone "Neva", clone ottimo per la coltivazione tradizionale del pioppo, ha dato i migliori risultati. I salici hanno avuto uno sviluppo discreto, non hanno raggiunto le dimensioni della prova di Bigarello a causa della minore disponibilità di acqua. Cloni come "Villafranca" e "85-037" che solitamente hanno difficoltà di attecchimento (carattere legato al genotipo) hanno presentato una mortalità pressoché totale.

Specie	clone	D130 mm	H. cm	np/c
pioppo	I 214	11.70	211.00	1.00
"	Neva	21.65	345.92	1.18
"	Orion	17.38	269.12	1.03
salice	SI64-017	15.02	277.22	1.29
"	Levante	12.52	259.94	1.19

Tabella 13. Cremona. Media di diametro in mm a 130 cm da terra (D130), altezza (H) in cm e numero medio di polloni per ceppaia (np/c) alla fine del secondo anno di crescita.

Peri e ciavardelli hanno avuto un attecchimento migliore rispetto alle salicacee ma il mancato controllo delle infestanti durante la stagione vegetativa, nonché la mancata irrigazione ne hanno ridotto di molto la crescita. I peri sono passati da un'altezza di 35 cm nel 2007 a 55,7 cm di media nel 2008, i ciavardelli sono invece passati da 66,7 cm di media nel 2007 a 68,6 cm, apparentemente le piante di questa specie risultano avere avuto un incremento molto basso ma essendo state danneggiate dai roditori nel periodo invernale al secondo esse hanno ricacciato dalla prima gemma disponibile.

#### 5.3.2. Gazzo Bigarello (MN)

L'impianto è strutturato in modo da testare la crescita delle specie forestali in purezza, oppure alternate ad una fila o a due file di biomassa.

Specie	H ini	H 1°	H 2°	Inc
Pero	39.9	102.0	214.2	112.3
Ciavardello	27.3	65.0	139.6	74.6
Sorbo	25.9	84.9	222.3	137.4
Media Generale	31.02	83.96	192.04	108.08
Valori di F		0.40	0.49	0.72

Tabella 14. Gazzo Bigarello. Specie forestali. Medie ed Anova delle altezze in cm all'impianto (H ini), alla fine del primo (H1°) e del secondo anno (H 2°) e incremento in altezza tra primo e secondo anno (Inc).



Specie	Clone	Att%	Pv>150	D130t	D130D	Pst	PsD	B.S. t·ha <sup>-1</sup>	B.S. t·ha <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup>
Pioppo	Baldo (85-036)	83	1,21	48,4	53,2	3349	3843	9,593	4,796
	84-078	84	1,23	55,4	63,0	4608	5367	15,767	7,883
	85-037	46	1,23	45,3	50,6	2975	3512	4,467	2,233
Orion (83.148.041)	Imola (83.160.029)	90	1,59	39,0	49,1	2198	3057	8,626	4,313
	AF2	91	1,28	57,3	64,2	4769	5749	18,857	9,428
		84	1,23	49,2	55,6	3012	3577	9,08	4,540
Salice	S78-003	96	3,18	25,5	39,2	1363	2544	10,614	5,307
	Drago (S76-004)	93	2,76	27,9	39,0	1471	2406	10,677	5,339
	Levante (S76-005)	71	2,78	29,1	39,7	1653	2581	8,709	4,354
S76-008		86	3,15	26,8	41,6	1416	2754	11,121	5,560
	SE65-066 (131-25)	94	1,83	39,9	47,5	2699	3521	16,015	8,007
	SI64-017	91	3,23	30,5	44,1	1838	3071	17,272	8,636
Filare	Singolo	75	2,30	36,4	46,7	2266	3184	5,666	2,833
	Doppio	85	1,96	38,9	47,8	2430	3254	11,678	5,839
Specie	Pioppo	78	1,31	46,7	53,5	3077	3721	9,111	4,555
	Salice	86	2,91	28,3	40,7	1582	2672	10,982	5,491
media	generale	82	2,06	38,2	47,5	2383	3234	9,979	4,989
Val F	Filare	6,7 *	3,2 n.s.	0,8 n.s.	0,2 n.s.	0,4 n.s.	0,1 n.s.	46,2 **	-
	Specie	9,1 **	230,2 **	114,2 **	53,1 **	55,4 **	19,8 **	9,1 **	-
	Clone	8,0 **	26,0 **	14,7 **	6,5 **	9,3 **	4,1 **	5,8 **	-

Tabella 15. Gazzo Bigarello. F2R2. Medie, ANOVA e test SNK di: attecchimento alla fine del primo anno (Att. %), numero di polloni maggiori di 150 cm di altezza (Pv>150), Diametro in mm a 130 cm da terra di tutti i polloni (D130t) e dei polloni dominanti (D130D), Peso secco in g di tutti i polloni (Pst) e dei polloni dominanti (PsD), Biomassa secca in t per ettaro (B.S. t·ha<sup>-1</sup>) e biomassa secca in t per ettaro e per anno (B.S. t·ha<sup>-1</sup>·a<sup>-1</sup>) rilevati alla fine del secondo anno.

Al momento non sono evidenziabili interazioni, è tuttavia possibile notare una crescita lineare (spiccata dominanza apicale) con minor ramosità delle piante consociate con biomassa rispetto a quelle cresciute in purezza. In Tab. 14 sono riportati i dati di incremento in altezza (cm) delle latifoglie. Le piante di pero hanno dato buoni valori di crescita, hanno avuto un elevato accrescimento al primo anno mentre al secondo anno risultano avere altezze appena inferiori a quelle delle piante di sorbo. Risultano un po' più lente nell'accrescimento le piante di ciavardello.

In questa prova, la crescita della salicacee è stata buona. In Tab. 15 sono riportati i dati di accrescimento e produzione alla fine del primo turno biennale, dei cloni di pioppo e salice. Hanno dato maggiori produzioni la fila doppia, rispetto alla singola, come ci si aspettava. Il salice ha avuto le migliori *performances* con 5,49 t per ettaro e per anno di sostanza secca (s.s.) contro le 4,55 t del pioppo. In questa località, che presenta un suolo piuttosto pesante, diverso dai suoli tipici della pioppicoltura, il clone di *Populus × canadensis* “83.160.029” denominato nel 2009 “Imola” è risultato il migliore con una media di 9.4 t per ettaro e per anno di s.s. a seguire due cloni di salice e precisamente il *Salix alba* “SI64-017” che ha prodotto 8.63 t e il *Salix babylonica x S. alba* “SE65-066” (131-25) di origine argentina con 8.00 t.

### 5.3.3. Casale Monferrato (AL)

Per i cloni di sorbo e pero i dati medi di accrescimento sono riportati in Tab. 16. Come si può notare la specie che si è adattata meglio all'ambiente e che quindi sta crescendo più velocemente è il sorbo. Di questa specie, in particolare il miglior clone sembra essere Tosca 3 che ha avuto, non solo la maggior sopravvivenza percentuale ma anche la maggiore crescita in altezza. L'unico clone di pero, fornito come piantine in vaso di dimensioni ridotte (altezza tra i 10 e 20 cm) ha avuto notevoli problemi di attecchimento, ma una volta attecchito ha registrato il maggior incremento in altezza arrivando ad avere un diametro a 130 cm che rientra nella media.

Specie	Clone	Sop	H2007	H2008	HInc	D20	D130	P>130%
Pero	PVC 74/15/53	64	47.0	112.2	65.1	9.6 b	7.0	30
Sorbo	Tosca 3	89	95.9	152.6	56.6	13.8 a	7.0	70
Sorbo	Tosca 10/5	81	68.9	131.8	62.9	16.1 a	9.1	50
Sorbo	Tosca 10/16	75	63.5	119.5	56.0	13.3 a	7.8	40
Valori di F		1.6 n.s.	-	1.7 n.s.	-	5.1*	2.0 n.s.	-

Tabella 16. Casale Monferrato (AL). Cloni di sorbo e pero. Medie, ANOVA e test SNK di: sopravvivenza alla fine del secondo anno (Sop), altezza in cm del primo (H2007) e del secondo anno (H2008) dall'impianto, incremento medio in altezza in cm (HInc) tra primo e secondo anno, diametro in mm a 20 cm (D20) e a 130 cm da terra (D130) e percentuale di piante con altezza maggiore di 130 cm (P>130%) alla fine del secondo anno.

In Tab. 17 sono invece riportati i dati riguardanti le produzioni al secondo anno (2008) dei tre cloni di pioppo utilizzati. Poiché, in questo caso non sono state utilizzate talee bensì astoni in orizzontale, non viene riportata la sopravvivenza ma piuttosto il numero di polloni per astone che risulta essere un parametro legato in parte al genotipo e in parte all'ambiente. Vengono inoltre riportati i dati relativi a diametro (in mm) a 130 cm da terra e peso secco in grammi, stimato grazie alle equazioni ottenute da regressione statistica [40]. È stata quindi calcolata la biomassa secca, espressa in tonnellate per ettaro, prodotta da queste piante. Il clone “Oglio” (*P. deltoides* Bartr.) ha dato i migliori risultati avendo un diametro medio per pollone maggiore rispetto agli altri due cloni. Le differenze di biomassa raggiungono la significatività statistica solo al secondo anno, la migliore performance è stata ottenuta dal clone “Oglio”. Nei primi due anni non si sono ancora verificati

fenomeni di competizione tra le latifoglie di pregio e la biomassa poiché lo sviluppo sia delle latifoglie di pregio che di quello delle piante da biomassa è stato limitato.

Clone	Poll/astone		Diametro (mm)			Peso secco g (pianta)			BS	
	n°		Dom	dom	medio	Dom	dom	medio	t/ha	
Triplo	1.5	A	32.2	16.2	28.9	1393.8	309.2	1169.7	5.8	AB
Oglio	1.4	A	39.1	20.8	34.3	2056.6	570.9	1668.1	9.0	A
Lux	0.6	B	30.1	18.0	26.8	1089.1	387.7	902.8	1.6	B
Valori di F	6.38*		1.77 n.s.	0.70 n.s.	1.54 n.s.	2.42 n.s.	0.96 n.s.	2.17 n.s.	5.85*	

Tabella 17. Casale Monferrato. Impianto misto sorbo, pero e salicacee. Analisi ANOVA di: numero medio di piante per astone (poll/astone), diametro (D130) in mm del pollone Dominante dei polloni dominati e medio di tutti, altezza in cm (h) e biomassa secca (BS) in t/ha, rilevate durante la prima stagione vegetativa.

## 6. CONCLUSIONI

Con il progetto Moprolegno è stata costituita una rete di piantagioni che ha già permesso di ottenere alcuni interessanti risultati, e altri ne potrà dare se verrà mantenuta anche negli anni a venire.

Per quanto riguarda le latifoglie nobili sono stati selezionati, propagati *in vitro* e messi a dimora alcuni cloni di Sorbo e di Pero presenti nelle collezioni del DIPROVE dell'università di Milano ma sono stati utilizzate anche le provenienze di Sorbo e Pero già scelte e propagate dai vivaisti regionali di Lombardia e Veneto. Per queste due specie, ancora poco conosciute ed utilizzate nel nostro Paese, sono stati individuati alcuni parametri correlati con accrescimento e produzione, facilmente rilevabili nelle prime fasi di crescita, che contribuiranno a velocizzare l'iter selettivo dei genotipi attualmente disponibili. E' stato messo a punto un protocollo per la micropropagazione di accessioni di Sorbo che consentirà, ai vivaisti interessati, una rapida propagazione e distribuzione di materiale selezionato agli imprenditori agro-forestali lombardi. La coltivazione di queste due specie permetterà di soddisfare le necessità di legname pregiato dell'industria lombarda che attualmente lamenta la difficoltà di reperire, con sufficiente continuità temporale, un adeguato volume di prodotto nazionale con caratteristiche idonee ai diversi impieghi e alle esigenze del mercato.

I risultati ottenuti negli impianti con densità elevata intorno alle 1000 piante per ettaro e turno di cinque anni per la produzione di segati da utilizzare per la filiera del *pallet* a chilometro zero hanno permesso di mettere in evidenza differenze significative tra specie e cloni di salicacee; ad esempio nei primi anni i salici hanno prodotto più dei pioppi. In questo tipo d'impianto è stato anche testato, con buoni risultati dove applicato, il modello colturale riportato in appendice. Per questa tipologia di coltivazione resta da valutare con gli utilizzatori la necessità o meno della potatura dei primi quattro metri di fusto, quelli destinabili alla produzione del *pallet*, e della spollonatura nel primo anno dopo la ceduzione per lasciare solo un pollone per ceppaia, altrimenti il materiale prodotto sarà disomogeneo e i costi di allestimento per la produzione dei vari assortimenti potrebbero essere troppo onerosi.

Le produzioni ottenute nelle piantagioni da biomassa a ciclo brevissimo, intorno alla 10 t di sostanza secca per ettaro e per anno rientrano nei valori medi ottenuti anche in altre piantagioni regionali. Per ottenere produzioni superiori è necessario portare il turno a tre anni od aumentare la densità iniziale ad almeno 8000 piante per ettaro.

Infine è stata testata la consociazione tra latifoglie di pregio e salicacee a rapida crescita da biomassa, i risultati ottenuti nei primi tre anni sono incoraggianti, non sono state rilevate interazioni

negative tra le varie specie. Questa tipologia d'impianto, se attuata a larga scala, potrebbe contribuire a:

- dare un reddito aggiuntivo all'agricoltore a cadenze ravvicinate (2-3 anni);
- migliorare, negli anni a venire, la crescita delle latifoglie di pregio sia in altezza che in qualità del fusto; piante più diritte e con rami di dimensioni diametriche ridotte, più facili da potare.

Se allevati correttamente, come nelle prove effettuate nell'ambito di questa ricerca, i cloni di pioppo e salice selezionati per biomassa possono assicurare buone produzioni biennali, addirittura superiori a quelli delle piantagioni da biomassa pure. I vari genotipi però hanno mostrato un comportamento diverso in base alle caratteristiche pedo-climatiche delle località, quindi sarà necessario valutare attentamente la specie e il clone da inserire nell'impianto. Anche le specie forestali, Pero e Sorbo, finora hanno mostrato un comportamento molto variabile adattandosi con modi e tempi diversi all'ambiente di coltivazione. L'eventuale prosecuzione della sperimentazione nei prossimi anni permetterà di dare suggerimenti più mirati agli agricoltori.

I risultati della presente ricerca possono contribuire alla trasformazione di aree del territorio regionale in un nuovo sistema agroforestale che espleti contemporaneamente funzioni ambientali, paesistiche, produttive, ecosistemiche, di fruibilità collettiva, culturali e occupazionali. Essa è stata infatti mirata a selezionare genotipi ad accrescimento rapido sia di piante forestali a turno lungo come Sorbo e Pero, finora poco utilizzate dagli arboricoltori lombardi, che di piante a turno breve tipiche della pianura lombarda come Pioppi e Salici, e a valutare le condizioni ambientali ed agronomiche che possano garantire le migliori prestazioni, non solo in termini di velocità di sviluppo della pianta ma anche di qualità del prodotto. I cloni selezionati potranno essere impiegati per: la riqualificazione e recupero del paesaggio, la diversificazione e l'integrazione del reddito per le imprese, la creazione di serbatoi agro-forestali per lo stoccaggio del carbonio e la maturazione di crediti di carbonio, per gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto, il contenimento degli inquinanti aero-dispersi, la riduzione dell'erosione del terreno, l'incremento delle potenzialità naturalistiche e della biodiversità della pianura.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Pettenella D., Secco L., 2006. Prospettive di mercato per la produzione fuori foresta. *Sherwood*, 128:15-20
- [2] Manilla M., 2000. La riscoperta del sorbo domestico albero da frutto e da ornamento. *Vita in campagna*, 9: 30/2.
- [3] Bignami C., 2000. Il sorbo domestico. *L'Informatore Agrario*, 34: 55-58.
- [4] Scortichini M., 1988. Il sorbo domestico. *Rivista di frutticoltura*, 12: 61-66
- [5] Frattegiani M., 1996. Il ciavardello. *Sherwood- Foreste e alberi oggi*, 17: 19-22.
- [6] Ferioli E., 1987. Atlante degli alberi d'Italia. Le guide di Airone, 142-145.
- [7] Arrillaga, I., Marzo T., Segura, J. Alexandria, 1992. Embryo culture of *Fraxinus ornus* and *Sorbus domestica* removes seed dormancy. *Hortscience* 27 (4): 371
- [8] Wolf H., 1999. Conservation and breeding of wild fruit tree species in forestry. *Proc. Of Eucarpia Symposium on Fruit Breeding & Genetics. Acta Hortic.* 538: 57-61
- [9] Bellini E., Giordani E., 1999. Sorbo domestico. *Notiziario di Ortoflorofrutticoltura*, 2: 46/7.
- [10] Tamaro D., 1901. *Frutticoltura*. Hoepli, II: 79-84
- [11] Paglietta R., 1991. *Frutticoltura speciale*. Reda: 718-719
- [12] Piagnani C., Bassi D., 2003. La valorizzazione del sorbo da. *Atti 61° Conferenza Internazionale Regione Lombardia Alberi e foreste nella pianura. Funzioni sociali, economiche e ambientali verso nuovi modelli di sviluppo del territorio*. Milano, 1-3 ottobre 2003
- [13] Kotar M., 1998. Distribution and growth characteristics of the wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.) in Slovenia. *Gozdarski Vestnik*, 56: 5/6, 258-278



- [14] Muller C., Laroppe E., 1993. Conservation e germination des semences. *Rev. For. Ff.*, 3:253-260.
- [15] Chalupa V., 1985. In vitro propagation of *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Quercus*, *Fagus* and other species using adenine type cytokinins and thidiazuron. *Communicationes Instituti Forestalis Cechosloveniae*, 14: 65-90.
- [16] Piagnani C., Bassi D., 2000. Aspetti della propagazione di *Sorbus* spp. *Italus Hortus*, 5: 3-7.
- [17] Swartz H.J., 1991. Post culture behavior: genetic and epigenetic effects and related problems. In: *Micropropagation*. P.C. Deberg and Zimmerman R.H. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Olanda pp 95-121..
- [18] Jones O. P., Hadlow, W. C., 1989. Juvenile-like character of apple trees produced by grafting scions and rootstocks produced by micropropagation. *Journal of Horticultural Science*, 64: 395-401.
- [19] Francllet A., 1983. Rejuvenation: theory and practical experiences in clonal silviculture. Proc. of 19th meeting of the Canadian Tree Improvement Association. Toronto, Canada August 22-26, 96-134.
- [20] Piagnani C., Bassi D., Pinnavaia S., 2000. Prove di micropropagazione di *Sorbus domestica* e *S. torminalis*. *Atti V Giornate Scientifiche S.O.I.*, Sirmione, 26-28 marzo, 605-606
- [21] Alig R.J., Adams D.M., McCarl B.A., Ince P.J., 2000. "Economic potential of short rotation woody crops on agricultural land for pulp fiber production in the United States". *Forest Products Journal*, 50: 5, 67-74.
- [22] Spinelli R., Ricci F., Spinelli R., 1998. Colture forestali a breve rotazione: sistema americano e sistema svedese a confronto. In: *L'Informatore Agrario* n° 26/98, pag 57.
- [23] Spinelli R., 1999. L'America ci insegna a produrre biomassa. In: *L'Informatore Agrario* n°13/99, pag. 35.
- [24] Zucconi F., 1999. Il clima e il ruolo ecosistemico delle biomasse. *Energia, Ambiente e Innovazione*. 45: 6, 22-25.
- [25] Perttu K.L., 1998. Environmental justification for short rotation forestry in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 15: 1, 1-6
- [26] Scholz V., Ellerbrock R., 2002. The growth productivity and environmental impact of the cultivation of energy crops on sandy soil in Germany. *Biomass and Bioenergy* 23: 2, 81-92.
- [27] Grogan P., Matthews R., 2002. A modelling analysis of the potential for soil carbon sequestration under short rotation coppice willow bioenergy plantations. *Soil Use and Management*, 18: 3, 175-183
- [28] Rosenqvist H., Roos A., Ling E., Hector B., 2000. Willow growers in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 18: 2, 137-145.
- [29] Schenone G., Facciotto G., Groppi F., Mugnini G., Pari L., 1997. Short Rotation Woody Crops for Energy: the research program of Enel (Italian Electric Company). Making a business from BIOMASS in Energy, Environment, Chemicals, Fibers and Materials. Proceedings of the 3rd Biomass Conference of the Americas. Montreal, Quebec, Canada August 24-29 1997. Edited by R.P. Overend and E. Chornet. Vol I, p 237-245
- [30] Gruppo di Coordinamento Italiano (GCI), 1999. Progetto Altener-Bioguide. Le coltivazioni da biomassa per un'energia alternativa". *Agricoltura*, 47 (293): p 57-99
- [31] Di Candilo M., Ranalli P., Cesaretti C., Pasini P., 2004. Colture non food: ormai realtà l'uso a fini energetici. *L'Informatore Agrario (LX)* 1, p 34-38
- [32] Facciotto G., Mughini G., 2002. Esperienze italiane di colture forestali a turno breve con pioppo ed eucalitto. In: *Biomasse agricole e forestali a uso energetico*. Villa Cahen, Selva di Meana - Alleronia (TR). AGRA editrice, p 66-80
- [33] Facciotto G. Mughini G., 2003. Modelli culturali e produttività della selvicoltura da biomassa. *L'Informatore Agrario (LIX)* 10, p. 95- 98
- [34] Ricciotti L., Sabatti M., Cortignani G., Scarascia Mugnozza G., 2003. Valutazione comparativa della produttività di specie e ibridi del genere *Populus* da impiegare in

- piantagioni per la produzione di biomassa a turno breve. Lavoro presentato IV Congresso della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale. 7-10 ottobre 2003 Rifreddo (PZ)
- [35] Mareschi L., Paris P., Sabatti M., Nardin F., Giovanardi R., Manazzone S., Scarascia Mugnozza G., 2005. Le nuove varietà di pioppo da biomassa garantiscono produttività interessanti. *Informatore Agrario*, 18, 49-53
- [36] Facciotto G., Di Candilo M., Bergante S., Lioia C., Diozzi M., 2008. Poplar clones for biomass production in Italian SRC. In proceedings of 16th European Conference & Exhibition, Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008, 170-173
- [37] Bonari E., Villani R., Picchi G., Ginanni M., 2004. Economic and financial comparison between high and low level input cultivation techniques in poplar short rotation coppice (SRC)". Lavoro presentato alla 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. 10-14 maggio 2004 Roma.
- [38] Piagnani M C e Bassi D., 2006. Il sorbo da legno: una risorsa da valorizzare. *Sorbus domestica* and *S. torminalis*: noble hardwoods to be exploited. *Italus Hortus* vol 13 (2)127-131
- [39] Piagnani M.C., Bassi D. e Maffi D., 2009. Contributo della micropropagazione alla valorizzazione del sorbo da legno. *Italus Hortus* 16 (2):5-8
- [40] Facciotto G., Zenone T., Failla O. (2005). Aboveground biomass estimation for Italian poplar SRF. In Proceedings of: '14th European Conference & Exhibition, Biomass for Energy, Industry and Climate Protection' held in Paris, France - 17-21 October 2005, 298-299.

## 8. APPENDICE

### Protocollo di coltivazione utilizzato nelle piantagioni del progetto

E' stato messo a punto un protocollo di massima per le tutte prove che viene sinteticamente di seguito riportato.

#### 8.1. Primo anno

Preparazione del terreno: aratura a 30/40 cm  
affinamento con erpice rotante

Nessuna concimazione.

Impianto: meccanizzato: piantatalee a cingolo Rotor per talee di pioppo e salice  
manuale per i semenzali di sorbo e pero  
apertura buche con trivella applicata al trattore  
e posa manuale delle pioppelle di pioppo e salice

Cure colturali: diserbo post impianto solo sulle talee: Metolachlor (Erbifos Gold, 4 Kg/ha) + Pendimetalin (Cereweed, 3 Kg/ha) (800 lt. acqua) o prodotti similari che già usate per il vivaio di pioppo  
Pacciamatura con quadretti o altro sulle piantine di sorbo e pero  
3 erpicature/fresature  
3-5 trattamenti contro i defogliatori se necessari: Orbit (Chlorphyrifos + Cipermetrina) + Fenitrocap (Fenitrotion)  
1 trattamento contro il crittorinco (Orbit) sulle pioppelle nell'impianto rado e nella biomassa solo se necessario  
irrigazioni a pioggia soprachioma (35-40 mm) di soccorso.

#### 8.2. Secondo anno

Concimazione in copertura con ternario o con azotato.

Cure colturali: 2-3 erpicature/fresature nelle tre tipologie d'impianto  
3-5 trattamenti contro i defogliatori solo se necessari: Orbit (Chlorphyrifos + Cipermetrina) + Fenitrocap (Fenitrotion)  
1 trattamento contro il crittorinco (Orbit) sulle pioppelle nell'impianto rado e nella biomassa solo se necessario  
irrigazioni a pioggia soprachioma (35-40 mm) di soccorso.  
Potatura di formazione del fusto di pioppo e salice per pallets

#### 8.3. Terzo anno

Cure colturali: 1-2 erpicature/fresature nelle tre tipologie d'impianto  
diserbo post ceduzione solo sulle ceppaie di pioppo e salice.  
1-3 trattamenti contro i defogliatori solo se necessari: Orbit (Chlorphyrifos + Cipermetrina) + Fenitrocap (Fenitrotion)  
1 trattamento contro il punteruolo (Orbit) sulle pioppelle nell'impianto rado e nella biomassa solo se necessario.

**Progetto grafico**

Livieri Federico

Gennaio 2011

Impaginazione e stampa a cura di Azimut Grafica S.r.l.  
Casale Monferrato (AL), tel. +39 0142 71514





**RegioneLombardia**

[www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)