

Research paper

# Prove di diradamento in impianti di bosco planiziale della Pianura veneta orientale

Mario Pividori<sup>1\*</sup>, Enrico Marcolin<sup>1</sup>, Alberto Marcon<sup>2</sup>, Nadia Piccinin<sup>3</sup>

Received 17/01/2014 - Accepted 21/06/2014 - Published online 27/06/2014

**Riassunto** - In Veneto negli ultimi 20 anni sono stati realizzati oltre 234 ettari di nuovi impianti di boschi planiziali. In molti di questi è ora necessario provvedere agli opportuni diradamenti per i quali mancano però adeguate esperienze. Scopo del lavoro è avviare una sperimentazione su tipi diversi di diradamento. La prova è stata condotta nel Bosco San Marco, comune di Cessalto (VE), in un quercocarpinetto misto artificiale di 16 anni con copertura più che colma. Nel 2010, su di una superficie complessiva di 9 ettari, sono state realizzate 3 prove di diradamento: geometrico (34% di massa asportata), libero (15%), misto (30%) e un'area di controllo. A tre anni dal taglio gli incrementi diametrali delle specie principali (farnia e carpino bianco) non evidenziano differenze significative, ad eccezione del diradamento geometrico. Tale risultato offre al selvicoltore ampia scelta del tipo di primo diradamento precoce in condizioni di elevata densità.

**Parole chiave** - Diradamento, impianti misti, querco-carpineti, farnia, carpino bianco

**Abstract** - More than 234 hectares of new plantations of lowland mixed forest have been realized in the last 20 years in the Veneto Region (North-eastern Italy). In many of these is now needed to start thinning operations, but there is a lack of experience about this topic. Aim of this work was to undertake an experimentation on different types of thinnings. The thinning trial has been performed at Bosco San Marco forest, municipality of Cessalto (Venice), in a very dense hornbeam-oak plantation aged 16. In 2010, three different thinning types were implemented on 9 hectares according to the following layout: geometrical (34% of woody mass removed), selective (15%), mixed geometrical-selective (30%), control plot. Three years later no significant differences between thinning trials in term of diametric growth, geometrical thinning excepted, were observed. These results provide a suite of solutions to the forest manager for choosing the early thinning type in high tree density condition.

**Keywords** - Thinnings, plantations, lowland mixed forest, English oak, hornbean

## Introduzione

La pianura Padana era, in passato ricoperta da foreste, la cosiddetta "Selva Fetontea". In questa foresta, semplificando al massimo, si può ipotizzare che il Carpino Bianco (*Carpinus betulus* L.), l'Olmo (*Ulmus minor* Mill.) e l'Ontano nero (*Alnus glutinosa* Gaertn.) si dispongano nello spazio secondo un gradiente crescente di disponibilità idrica del suolo. La Farnia (*Quercus robur* L.), che ha una valenza più ampia si sovrappone sia al Carpino Bianco, sia all'Olmo, mentre raramente si mescola con l'Ontano. Là dove la disponibilità idrica è elevata si forma l'Alneto di Ontano Nero, dove il livello di falda è piuttosto superficiale è presente il Querceto di Farnia con l'Olmo (senza Carpino Bianco), mentre dove il livello di falda è più basso compare il Querceto - Carpinetto (con poco o niente Olmo) (Bracco e Marchiori 2001).

A contatto con i fiumi è presente invece il Sal-

ceto, soprattutto Salice Bianco (*Salix alba* L.), con frequente comparsa di Pioppo Nero (*Populus nigra* L.) e Pioppo Bianco (*Populus alba* L.); gli Alneti sono alle basi delle scarpate che delimitano le valli su suoli sempre riforniti di acqua proveniente dalle falde idriche sospese.

Nei boschi Veneti e Friulani questi cambiamenti di struttura del bosco avvengono in spazi ristrettissimi (alcune decine di metri). Infatti, sotto la linea delle risorgive, l'acqua tende a risalire in superficie, ma dove il contenuto d'argilla nel suolo aumenta, questa ristagna e si muove lentamente. La saturazione è massima nelle lievi bassure, dove l'acqua persiste nel tempo divenendo talora permanente, mentre è solo parziale e temporanea nei micro rilievi.

A complicare questo quadro è opportuno ricordare che le formazioni forestali della regione planiziale sono fortemente "inquinate" dalle specie esotiche che in varie epoche sono state introdotte dall'uomo; in particolare Robinia (*Robinia pseudacacia*

<sup>1</sup> Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali TESAF, Università di Padova, Italy

<sup>2</sup> Regione del Veneto, Settore Forestale di Treviso e Venezia, Italy

<sup>3</sup> Ricercatore indipendente

\* corresponding author: mario.pividori@unipd.it

L.) e Ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.) che creano particolari problemi dato il loro alto potere contaminante (Del Favero 2000).

È da queste foreste miste disetanee d'alto fusto del tardo Mesolitico che dopo decine di generazioni sono derivati i querceti odierni, passati, attraverso lo sfruttamento delle etnie Euganee, Celtiche, Paleovenete, Etrusche e Romane, ad una nuova espansione nell'alto Medioevo in concomitanza con le invasioni barbariche grazie anche ad una delle oscillazioni climatiche in senso caldo-umido, fino alla gestione (in particolare in Veneto) da parte della Repubblica di Venezia che dopo la metà del 1400, cominciò a prendersene sistematicamente cura. Erano di regola boschi cedui, semplici o composti, di scarsa densità, atti alla produzione di legna da ardere, al pascolo e alla caccia ed a fornire gli assortimenti legnosi di cui l'Arsenale aveva bisogno (Susmel 1994).

Nel XX secolo avviene una radicale trasformazione dell'uso del suolo realizzata con opere di bonifica, in un processo di grande espansione e sviluppo dell'agricoltura, che determina la trasformazione del paesaggio e porta a definire la Pianura Padana "steppa a cereali" (Giacomini e Fenaroli 1958).

Oggi le formazioni boscate della pianura padana sono ridotte a poche superfici relitte, spesso con estensioni di pochi ettari (fanno eccezione il Bosco della partecipanza di Trino Vercellese di 1068 ha e il Bosco Fontana di Mantova di 233 ha). In Veneto, in particolare esse non superano complessivamente i 60 ettari, presentando anomalie sia strutturali che funzionali (Bellio e Pividori 2009).

A partire dal secondo dopoguerra, mentre in montagna e collina il fenomeno dell'abbandono ha portato all'espansione dei boschi, in pianura, solamente a partire dagli anni ottanta, si è constatato un crescente interesse volto soprattutto alla tutela dei boschi esistenti ed all'ampliamento delle loro superfici, in particolare per iniziativa di soggetti pubblici intenzionati a creare boschi urbani e periurbani. Parallelamente, la politica europea del *set-aside* iniziata nel 1985, proseguita poi con il regolamento (CEE) n. 2080/92 e con il Piano di Sviluppo Rurale, ha determinato la riconversione di numerosi terreni agricoli in terreni a "bosco", soprattutto da parte degli imprenditori agricoli ma anche da parte di enti pubblici (Colletti 2001, Magnani et al. 2005, Alberti et al. 2006, Lassini et al. 2004). Nella regione Veneto, nel 2007 erano presenti oltre 234 ettari di nuovi impianti di "boschi planiziali" (Bellio e Pividori 2009). Tuttavia questi imboschimenti, realizzati più per gli incentivi offerti o per questioni di visibilità "politica" che per altre motivazioni, oltre a numerosi problemi derivanti soprattutto da errori di progettazione e da carenze culturali, soffrono anche della mancanza di modelli di gestione forestale. Un caso

esemplificativo sono i diradamenti: molti di questi impianti stanno raggiungendo lo stadio di perticaia, età comprese tra i 15 ed i 20 anni e poche sono le esperienze maturate (Corazzesi et al. 2009-2010), soprattutto in Pianura Padana (Pelleri et al. 2001, Ebone et al. 2011, Terzuolo 1998).

In Europa una certa esperienza è stata invece sviluppata in Spagna (Barrio Anta e Gonzalez 2005, Castedo-Dorado et al. 2009) e già in passato in Danimarca e Svezia (Barret e Holmsgaard 1964, Savill e Spilsbury 1991). In questo quadro, il presente lavoro ha come obiettivo la sperimentazione di tre diversi modelli di diradamento e la valutazione degli effetti sul popolamento arboreo e sui singoli alberi.

### ***L'area di studio***

L'area di studio, è localizzata nel Comune di Cessalto (VE), località Santa Maria di Campagna (45°42'23"N, 12°34'41"E) (Fig. 1). La quota è prossima al livello del mare e la morfologia completamente pianeggiante. Il substrato è composto da alluvioni sabbiose calcareo-dolomitiche (Zanetti 1985). Il suolo è generalmente profondo (50-100 cm) con tessitura tendenzialmente fine (da argillosa ad argillosa sabbiosa) a reazione alcalina, moderatamente calcareo, con drenaggio lento, falda profonda (> 150 cm) e regime idrico udico (ARPAV 2005). Clima: il regime delle precipitazioni è intermedio tra l'oceânico ed il continentale, equinoziale, con circa 1000 mm medi annui e 200 mm nel trimestre estivo; la neve è rara (< 10 cm all'anno). La temperatura media è di 13,2°C, quella del mese più freddo di 3°C e quella del mese più caldo di 24°C. Data la vicinanza al mare Adriatico, assumono una certa importanza ecologica i venti di Scirocco e di Bora (Regione Veneto-Arpav).



**Figura 1 - Localizzazione dell'area di studio.**

**Tabella 1** - Composizione specifica del piano arboreo dominante (Zamboni e Novak 1995).

Specie	%
<i>Quercus robur</i> L.	40
<i>Carpinus betulus</i> L.	15-20
<i>Fraxinus oxycarpa</i> M. Bieb.	10-15
<i>Acer campestre</i> L.	10-15
<i>Ulmus minor</i> Mill.	4-7
<i>Tilia cordata</i> Mill.	4-6
<i>Fraxinus ornus</i> L.	2-4
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	2-4

**Tabella 2** - Le specie del piano arbustivo (Zamboni e Novak 1995).

Specie	%
<i>Corylus avellana</i> L.	8-10
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	8-10
<i>Prunus spinosa</i> L.	8-10
<i>Frangula alnus</i> Mill.	5-8
<i>Malus sylvestris</i> Mill.	5-8
<i>Pyrus pyraster</i> Burgstäd.	5-8
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	5-8
<i>Rosa canina</i> L.	5-8
<i>Sambucus nigra</i> L.	5-8
<i>Viburnum lantana</i> L.	5-8
<i>Viburnum opulus</i> L.	5-8
<i>Cornus mas</i> L.	< 5
<i>Cornus sanguinea</i> L.	< 5
<i>Euonymus europaeus</i> L.	< 5
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	< 5

### L'impianto

Il progetto iniziale poneva come obiettivo il rimboschimento di due lotti di terreno situati in località Santa Maria di Campagna, territorio comunale di Cessalto, per una superficie complessiva di 34,7 ha. Tali terreni ospitavano fino ai primi anni del secolo il "Bosco San Marco"; all'epoca dell'impianto erano coltivati a seminativi e gestiti in economia dall'Amministrazione comunale. Il progetto di rimboschimento ha interessato al momento una superficie complessiva di 24,5 ha. Il lotto interessato dalla sperimentazione interessa un'area di 9 ha ed è stato realizzato nel 1994.

L'analisi storica effettuata al tempo della pianificazione del rimboschimento e considerando la vicinanza di uno dei più importanti boschi planiziali relitti del Veneto, il "Bosco dell'Olmè", ha permesso di definire come obiettivo principale la ricostruzione di un bosco planiziale da attuarsi con precisi criteri tecnico-scientifici basati sul modello della situazione climax del *Querco-Carpinetum boreoitalicum* (Pignatti 1953).

Oltre a dare precise indicazioni sul tipo di impianto avvalendosi delle più recenti tecniche a disposizione nel periodo (primi anni 90'), in fase progettuale ed esecutiva si è prestata molta attenzione anche al materiale di provenienza: età dei soggetti da trapiantare, coltivazione in contenitori idonei (IssaPot). Si è ritenuto inoltre opportuno verificare che tutto il materiale di propagazione utilizzato provenisse dall'area Veneto-Friulana, con preferenza per i semenzali raccolti nelle stazioni forestali relitte

più vicine al territorio oggetto di intervento.

È stata pianificata anche una preparazione adeguata del terreno, in particolare la pacciamatura (effettuata con film plastico) per assicurare una maggiore trattenuta dell'umidità nel terreno, evitare danni durante i periodi siccitosi e contro lo sviluppo di erbe infestanti.

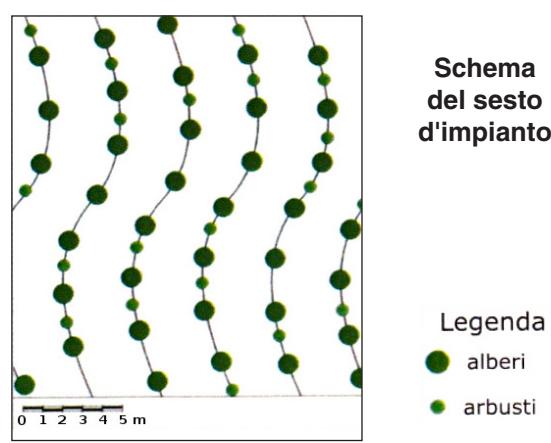
Nella scelta delle specie da utilizzare per la composizione dello strato arboreo e arbustivo, tenendo in considerazione anche l'esempio fornito dal "Bosco dell'Olmè", si è deciso di utilizzare le specie tipiche dei boschi planiziali (Tab. 1).

Nelle aree marginali sono state invece impiegate le specie: salice bianco, pioppo nero e pioppo bianco, con una percentuale complessiva non superiore al 2% del totale. Anche nella scelta del piano arbustivo si è cercato di attenersi alle specie tipiche dei boschi di pianura (Tab. 2).

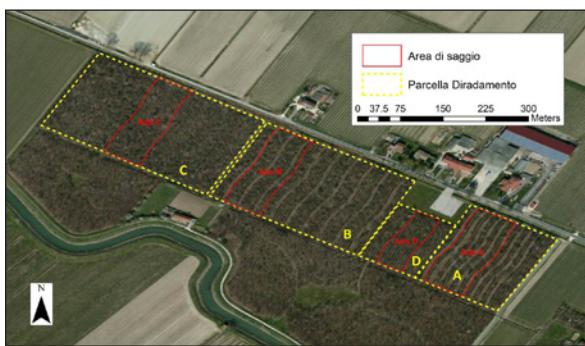
Per agevolare le operazioni di manutenzione da svolgere nei primi anni dall'impianto, le piante sono state messe a dimora con sesto regolare. Per ridurre la geometricità degli allineamenti è stato adottato un sesto a file sinusoidali equidistanti (Fig. 2).

Le specie arboree sono state poste a dimora con un sesto d'impianto rettangolare con distanza 3x2,80 m per 1.200 alberi ha<sup>-1</sup>, di cui 480 di farnia. Le specie arbustive sono state messe a dimora intercalate a quelle arboree, per un totale di almeno 700 arbusti ha<sup>-1</sup>. Quindi in totale circa 1.900 piante ha<sup>-1</sup>.

Sono state previste inoltre in fase di progettazione anche le cure culturali. Le direttive specificano che: "si dovrà operare in modo che i primi anni dopo la piantagione non venga arrecato alcun tipo di disturbo alle piantine da parte delle infestanti. Nei primi cinque anni dovranno essere effettuate almeno tre operazioni annue di sfalcio dell'interfila rilasciando in loco il materiale forestale. Se necessario dovrà essere eseguito il diserbo lungo i bordi del film pacciamante e dovrà essere assicurata adeguata protezione intorno al colletto delle piante messe a dimora. Le giovani piante infatti dovranno



**Figura 2** - Schema d'impianto adottato (Servizi Forestali di Treviso e Venezia).



**Figura 3** - Area di studio con evidenziate le parcelle relative alle diverse prove di diradamento. Fonte: ESRI Basemap, USGS ([http://goto.arcgisonline.com/maps/World\\_Imagery](http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Imagery)).

essere libere da qualsiasi infestante.” (Zamboni e Novak 1995).

È stato infine previsto anche il risarcimento delle fallanze dopo il primo anno, se superiori del 20% nel complesso e per singola specie.

## Materiali e metodi

### Il diradamento

Il settore di 9 ha scelto per la sperimentazione è stato suddiviso in 4 aree di dimensioni differenti, ma comunque con estensione maggiore di 1 ettaro (Fig. 3, Tab. 3). Ad ognuna è stato associato un diverso tipo di intervento:

**Area A:** diradamento geometrico per file, con eliminazione di una fila ogni 3. Obiettivo di questo tipo di diradamento, oltre quello culturale, è di semplificare al massimo le operazioni di taglio ed esbosco.

**Area B:** diradamento geometrico per file, con eliminazione di una fila ogni 6 e diradamento libero con circa 100 alberi scelti ad ettaro (*sensu* Piussi 1994) nelle file rilasciate. Obiettivo di questo diradamento, oltre quello culturale, è di facilitare l'esbosco del materiale legnoso.

**Area C:** diradamento libero con circa 100 alberi scelti ad ettaro. Obiettivo di questo diradamento è essenzialmente culturale (*sensu* Piussi 1994).

**Area D:** controllo, nessun diradamento.

Il diradamento è stato eseguito nell'inverno 2010-2011, a 16 anni dall'impianto, con struttura monoplana e copertura più che colma. I lavori sono stati eseguiti in economia dal personale dei Servizi Forestali della Regione Veneto. Il materiale è stato abbattuto e depezzato in loco in topi di circa 2 metri di lunghezza con diametro minimo di 5 cm. Cimali e ramaglia sono stati cippati e rilasciati in loco. I topi sono stati esboscati in un impasto a fianco strada per le aree A e B, dove sono stati messi in vendita dalla

proprietà comunale, mentre sono stati rilasciati in bosco nell'area C.

### Il rilievo

All'interno di ciascuna area è stata delimitata una parcella sperimentale, circa rettangolare, composta da 15 file di piante (parcelle A, B, C). Le tre parcelle sono quindi di superficie simile; la parcella D (controllo) è composta da sole 10 file (Tab. 4).

In ogni parcella sono stati eseguiti tre rilievi: il primo nell'autunno 2010 prima dell'intervento, il secondo immediatamente dopo il taglio nel tardo inverno 2011 ed il terzo nell'estate 2013, ad accrescimento diametrico pressoché concluso, dopo tre stagioni vegetative. Nei primi due rilievi sono stati misurati i diametri di tutte le piante presenti con una soglia di cavallettamento di 3 cm. Sono state individuate le specie e contati tutti gli individui arbustivi al di sotto della soglia di cavallettamento. Al primo e terzo rilievo, essendo il popolamento molto omogeneo, sono state individuate e stimate tre altezze di riferimento, per il piano dominante, per quello dominato e per i pioppi, da utilizzare poi per la stima dei volumi. Questi sono stati calcolati utilizzando le Tavole di cubatura dell'IFNI (Castellani et al. 1984). Dato che il popolamento definitivo previsto è una fustaia, in caso di fusto policormico, è stato preso in considerazione solo quello con diametro a petto d'uomo di dimensioni maggiori.

### Analisi statistiche

Per verificare eventuali differenze negli accrescimenti, sono stati comparati i diametri delle piante arboree misurati al primo rilievo (autunno 2010, prima del diradamento) nelle 4 parcelle: il confronto ha riguardato dapprima l'intero popolamento arboreo, poi i soli diametri di farnia, quindi quelli relativi al carpino. Tale verifica è stata ripetuta, per evidenziare l'effetto dei trattamenti sull'incremento diametrico (dati misurati al terzo rilievo, estate 2013): sul totale delle piante arboree, sulle sole piante di farnia, quin-

**Tabella 3** - Le dimensioni delle aree associate ai diversi tipi di diradamento adottati.

Area	Superficie (ha)
A	1,73
B	3,08
C	3,45
D	0,82

**Tabella 4** - Sesti di impianto, densità e superficie delle parcelle sperimentali.

Parcella	Sesto impianto (m x m)	N piante (n)	Superficie (m <sup>2</sup> )
A	3,7 x 1,5	1.245	6.910
B	3,7 x 1,5	1.312	7.282
C	3,7 x 1,5	1.179	6.544
D	3,7 x 1,5	602	3.341

**Tavella 5** - Parametri dendrometrici.

	A	B	C	D
piante contate ( $n \text{ ha}^{-1}$ )	1.802	1.802	1.802	1.802
piante vive ( $n \text{ ha}^{-1}$ )	1.762	1.763	1.771	1.781
fallanze ( $n \text{ ha}^{-1}$ )	40	39	31	21
alberi ( $n \text{ ha}^{-1}$ )	1.259	1.200	1.149	1.146
arbusti ( $n \text{ ha}^{-1}$ )	503	563	622	635
area basimetrica ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )	14,5	12,3	12,3	14,0
volumi ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	62,3	50,1	48,6	56,9
diametro medio (cm)	10,3	8,5	9,0	8,9

di sui dati relativi al carpino, nonché sui cosiddetti alberi scelti. A causa della non-normalità dei dati e delle differenze nel numero dei campioni testati si è utilizzato un test statistico non parametrico (Kruskal-Wallis).

Per le elaborazioni statistiche si è utilizzato STATGRAPHICS (Statgraphics Centurion XVI, 2010). I dati geografici-territoriali sono stati elaborati per mezzo di ArcMap (ESRI ArcGIS 10.1).

## Risultati

### La situazione iniziale

Nel complesso delle 4 parcelle sperimentali sono state contate 1.802 piante  $\text{ha}^{-1}$  con una percentuale media di fallanze pari all'1,8% (33 individui  $\text{ha}^{-1}$ ) (Tab. 5). Il 68% delle piante vive è composto da alberi ed il 32% da arbusti. L'area basimetrica totale è di 13,27  $\text{m}^2$ : il 97% sono alberi. Il diametro medio è 9,2 cm, il volume è pari a 54,47  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Esso varia dai 62,3  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  dell'area A ai 48,6  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  dell'area C; con un possibile gradiente negativo di fertilità complessiva da sud-est verso nord-ovest (Fig. 3). Non vi sono tuttavia differenze significative nel numero totale di piante. Gli accrescimenti in diametro del popolamento complessivo e delle querce nello specifico, evidenziano valori inferiori nell'area B rispetto alle altre aree (Kruskal-Wallis: sul totale  $n = 2879$ ; *post hoc*  $H = 35,4$ ;  $gdl = 3$ ;  $p < 0,05$ ; sulle querce  $n = 1089$ ; *post hoc*  $H = 7,1$ ;  $gdl = 3$ ;  $p < 0,05$ ). Nessuna differenza significativa invece relativamente al carpino (Kruskal-Wallis,  $n = 492$ ;  $gdl = 3$ ;  $p > 0,05$ ).

La composizione specifica non cambia in modo significativo nelle quattro aree sperimentali (Tab. 6), comprendendo la presenza di 12 specie arboree, dominate da farnia (23,8 - 27,8%), carpino bianco (9,5 - 12,9%), frassino (8,5 - 11,3%), acero campestre (6,2 - 8,1%) e olmo (3,2 - 5,7%). Le specie arbustive presenti sono 14, e la specie più frequente è il biancospino.

### Situazione dopo il taglio

Il taglio nei diversi tipi di diradamento realizzati (trattamenti) ha avuto maggiore intensità nella tesi A ed in quella B (33,4 - 28,3%) per numero di piante (Tab. 7) e volume (34,3 - 29,6  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) (Tab. 8). La tesi C (diradamento libero), come prevedibile, impatta molto meno con l'eliminazione del 9,6% in numero

di piante che diventa il 15,3% in volume perché i concorrenti rimossi sono in genere piante di grosso diametro.

Per quanto riguarda le due specie principali del querco-carpinetto (Tab. 9), l'intervento A ha asportato circa un terzo dei soggetti di farnia, quello B incrementa il prelievo sulla specie fino al 43%, aggiungendo alle querce tolte sulle file eliminate, anche i concorrenti diretti delle piante scelte. Per la stessa ragione, il diradamento è stato notevole anche su frassino ed olmo. Nell'intervento C la percentuale maggiore di alberi asportati ha riguardato il frassino, considerato spesso come competitore della farnia, specie selezionata nella maggior parte dei casi. Percentuali elevate di carpino sono state prelevate nei tagli A e B, totalmente o parzialmente geometrici. Viceversa, nel trattamento C, il carpino è stato praticamente non toccato perché considerato indifferente e popolamento accessorio a protezione laterale delle giovani querce.

Per quanto concerne i diametri interessati al taglio, nel complesso del popolamento la tesi A ha eliminato circa un terzo delle piante in tutte le classi diametriche (Fig. 4a); così pure nel trattamento B in cui si sono prelevati più individui nelle classi intorno al diametro medio (Fig. 4b). Il diradamento C ha eliminato pochi alberi in ogni classe diametrica, incrementando il prelievo intorno alle classi medie (Fig. 4c). Nello specifico della farnia, si osserva un andamento di prelievo (Fig. 5a-b-c) analogo a quanto evidenziato in precedenza, che però nel trattamento C sposta il taglio verso le classi medio-grandi (concorrenti delle piante scelte).

I volumi calcolati nelle aree A e B sono compati-

**Tavella 6** - Percentuale di presenza delle diverse specie.

%	A	B	C	D
acer	8,1	6,6	7,4	6,2
biancospino	4,6	7,9	5,2	9,8
carpino	12,9	9,6	9,5	11,6
corniolo	2,6	2,7	8,0	4,0
farnia	27,8	23,8	25,4	25,3
frangola	1,7	2,5	2,4	3,0
frassino	8,5	11,3	10,4	10,6
fusaggine	0,7	1,6	2,5	3,0
ligusto	2,5	1,9	0,9	0,5
melo	2,5	6,1	2,1	2,2
nocciole	3,9	2,6	4,6	2,0
olmo	5,7	4,6	3,9	3,2
ontano	0,5	0,9	0,8	0,0
pioppo	0,9	0,5	0,5	0,3
piracanta	1,2	0,0	0,0	0,0
prugnolo	2,8	5,0	5,3	6,7
rosa1,2	1,5	1,0	1,3	
sambuco	0,5	0,7	0,5	0,5
sanguinella	1,0	1,6	1,2	1,5
sorbo	0,5	1,7	0,3	1,3
spino cervino	3,4	1,5	2,3	0,3
tiglio4,1	2,7	3,2	3,2	
viburno	1,9	2,5	2,1	2,9
ibisco	0,1	0,0	0,0	0,0
roverella	0,1	0,0	0,0	0,0
salice	0,2	0,2	0,3	0,3
totale	100,0	100,0	100,0	100,0

**Tabella 7** - Intensità del diradamento.

N alberi	2010 ante (n ha <sup>-1</sup> )	2010 post (n ha <sup>-1</sup> )	2010 prelievo (n ha <sup>-1</sup> )	prelievo %
A	1.259	839	420	33,4
B	1.200	861	339	28,3
C	1.149	1.039	110	9,6
D	1.146	1.146	-	0

**Tabella 8** - Volume della massa legnosa asportata con il diradamento.

Volume alberi	2010 ante massa tot (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 post massa princ. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 massa int. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	prelievo %
A	58,4	38,4	20,0	34,3
B	42,3	29,8	12,5	29,6
C	44,4	37,6	6,8	15,3
D	49,7	49,7	-	0

**Tabella 9** - Percentuale di prelievo (numero) per le principali specie.

Specie	Prelievo (%)		
	A	B	C
acero	62,4	22,4	12,4
carpino	56,7	22,0	0,9
farnia	30,1	42,6	17,1
frassino	26,1	57,2	33,1
olmo	60,6	42,4	11,1
ontano	87,5	0,0	22,2
pioppo	37,5	14,3	0,0
salice	0,0	33,3	100,0
tiglio	52,0	40,0	2,6

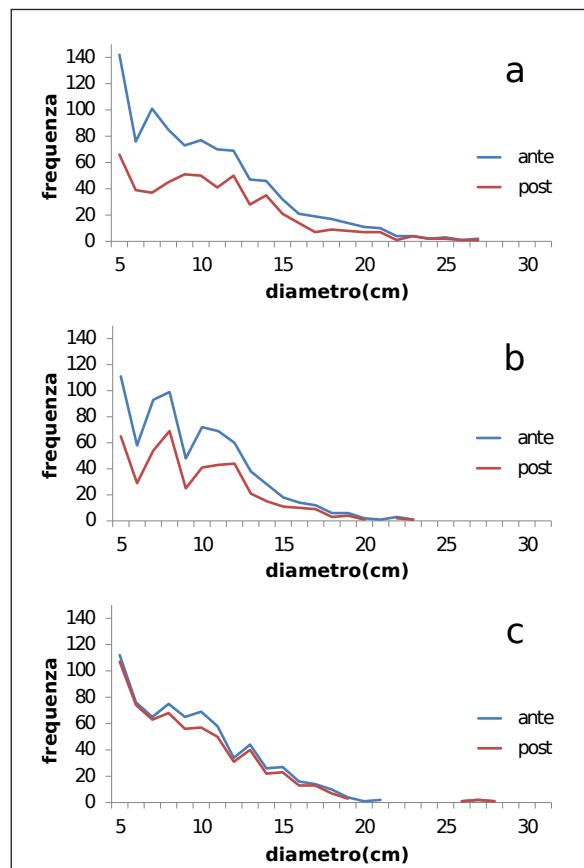
bili con la massa in toppi da legna da ardere effettivamente venduta dal Comune di Cessalto, pari a 805,5 quintali. Tale quantità, ottenuta su di una superficie complessiva di 4,81 ettari (per una resa di poco superiore a 160 q.li·ha<sup>-1</sup>), corrisponderebbe ad un volume stimato di 73,1 m<sup>3</sup>, cui vanno però aggiunti i fusti soprannumerari delle piante policormiche ed i fusti utilizzabili dei grandi arbusti come il nocciolo, entrambi non conteggiati in questo studio.

#### Situazione dopo tre stagioni vegetative

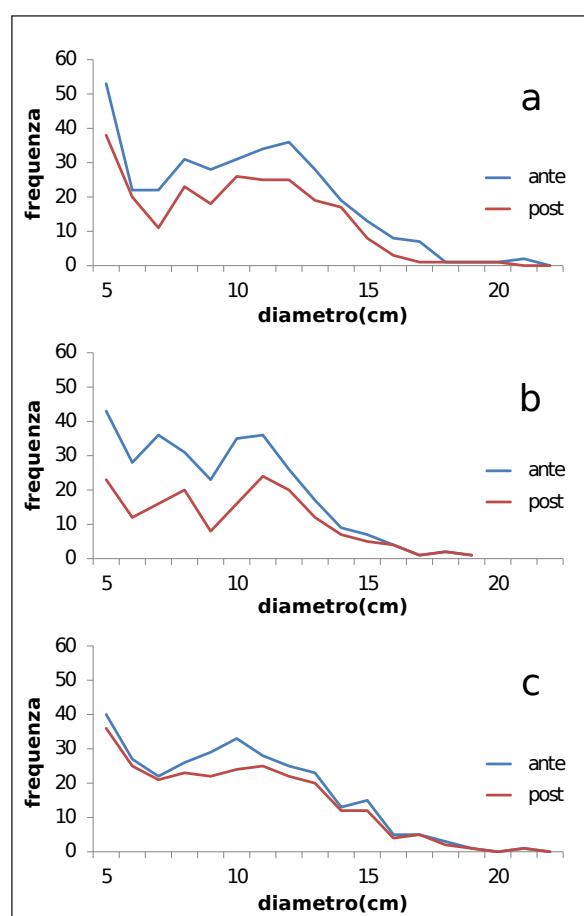
I risultati presentati si limitano al complesso del popolamento, alle due specie principali presenti (farnia e carpino bianco, intendendo tutte le altre specie come transitorie o sporadiche nel futuro bosco), e alle piante di farnia scelte.

#### Mortalità

A tre anni dall'intervento, il numero di alberi è diminuito in tutte e quattro le diverse tesi, con valori minimi nella tesi B (5,2%) e massimi in quella C (26,2%). Nelle tesi A e D (controllo), la mortalità complessiva si è attestata rispettivamente al 9,8% e 6,5% (Tab. 10). Per le Querce, i valori risultano inferiori nei trattamenti A, B e D (3,8%, 4,2% e 3,3%), superiori nella tesi C (28,3%). Il Carpino presenta una mortalità più elevata nelle tesi C e D (19,8% e 10,1%), dove le densità si sono mantenute maggiori o massime, mentre risulta ridotta in A (8,6%) e nulla nella tesi B.



**Figura 4 a,b,c** - Distribuzione diametrica prima e dopo il taglio nelle aree A, B, C.



**Figura 5 a,b,c** - Distribuzione diametrica delle querce prima e dopo il taglio nelle aree A, B, C.

**Tabella 10** - Variazione del numero complessivo di alberi vivi e specifico di Farnia e Carpino b., tre anni dopo il diradamento.

N alberi	2010 post (n ha <sup>-1</sup> )	2013 (n ha <sup>-1</sup> )	Mortalità (%)
A	839	757	9,8
B	861	816	5,2
C	1.039	767	26,2
D	1.146	1.072	6,5

Farnia	2010 post (n ha <sup>-1</sup> )	2013 (n ha <sup>-1</sup> )	Mortalità (%)
A	344	331	3,8
B	261	250	4,2
C	394	281	28,7
D	449	434	3,3

Carpino b.	2010 post (n ha <sup>-1</sup> )	2013 (n ha <sup>-1</sup> )	Mortalità (%)
A	139	127	8,6
B	140	140	0,0
C	167	134	19,8
D	207	186	10,1

#### Diametro medio

Nello stesso periodo, il diametro medio dell'intero popolamento si è incrementato del 30,8% nella tesi A (Tab. 11) e del 23,6% nella tesi B, raggiungendo il valore massimo nella tesi C (35,5%) e, sorprendentemente, il 32% in quella D (controllo). La situazione cambia se si considera la sola farnia: in questo caso l'incremento diametrico triennale passa a valori compresi tra il 23% (B) e il 33% (C), dove il diradamento ha liberato gli alberi scelti. È il carpino tuttavia a mostrare gli incrementi maggiori, compresi tra il 28% e il 38%. Nella tesi B gli incrementi diametrali misurati a 3 anni dall'intervento risultano nel complesso inferiori, tranne che per il carpino. Per quanto riguarda gli individui scelti, si evidenzia un incremento diametrico nel triennio piuttosto simile nelle tesi B, C e D (controllo) (20,9% - 22,8%), mentre nella tesi A questo si attesta su un livello significativamente superiore (27,4%). Il confronto fra i diametri misurati (Tab. 11) ha mostrato valori significativamente inferiori nella tesi B rispetto alle altre prove, sia per quanto riguarda il popolamento complessivo (Kruskal-Wallis, n = 1977; *post hoc* test H = 58,3; gdl = 3; p < 0,05) che per la sola farnia (Kruskal-Wallis, n = 740; *post hoc* test H = 6,7; gdl = 3; p < 0,05). Inoltre, differenze significative sono emerse nel confronto fra i diametri misurati delle piante scelte, con valori superiori nelle prove A e C (Kruskal-Wallis, n = 280; *post hoc* test H = 30,9; gdl = 3; p < 0,05). Nessuna differenza riscontrata fra i diametri misurati del carpino nelle diverse aree (Kruskal-Wallis, n = 340; gdl = 3; p > 0,05).

#### Volumi

La tesi A (Tab. 12) ha prodotto i migliori risultati in termini di massa, con una produzione totale di circa 68 m<sup>3</sup> nei 19 anni dall'impianto e un

incremento triennale percentuale dopo il diradamento del 24%. Segue la tesi di controllo, con una produzione di oltre 52 m<sup>3</sup>, ma con un incremento percentuale nel triennio dopo l'intervento del 5%; poi, il trattamento C con circa 49 m<sup>3</sup> e infine la tesi B con 44 m<sup>3</sup>. Da notare come le tesi C e A abbiano già recuperato in tre anni rispettivamente il 62% ed il 46% di quanto tolto, mentre la tesi B risulta in ritardo (solo il 18%).

Per quanto attiene alle sole querce, in tutte e tre le prove di diradamento dopo tre anni la provvigenza iniziale post-taglio è stata più che recuperata (Tab. 12), con accrescimenti in volume che superano in tutte le tesi la massa prelevata e con incremento percentuale nei tre anni decisamente superiore a quello del popolamento.

Come la quercia, il carpino bianco ha recuperato in tre anni la massa asportata col diradamento, con incrementi percentuali del triennio che variano dal 34% al 52% nelle tesi A e B, mentre tale incremento percentuale si ferma al 30% nella tesi C e nel controllo (D).

#### Discussione

Condizioni iniziali della sperimentazione: l'impianto di bosco "naturaliforme" ha evidenziato risultati molto soddisfacenti, con una percentuale di fallanze estremamente ridotta (1,8%) ed un incremento medio (alberi + arbusti) nei 16 anni di 3,4 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup> · anno<sup>-1</sup>.

**Tabella 11** - Variazione del diametro medio complessiva del popolamento e specifica di Farnia e Carpino b., tre anni dopo il diradamento. Le lettere indicano differenze significative (Kruskal-Wallis, p<0,05).

D medio alberi	2010 ante (cm)	2010 post (cm)	2013 (cm)	inc. p.* (cm)	inc. p.* %
A	10,5 <sup>b</sup>	10,4 <sup>b</sup>	13,6 <sup>b</sup>	3,2	30,8
B	9,1 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	11,0 <sup>a</sup>	2,1	23,6
C	9,5 <sup>ab</sup>	9,3 <sup>ab</sup>	12,6 <sup>b</sup>	3,3	35,5
D	9,7 <sup>ab</sup>	9,7 <sup>ab</sup>	12,8 <sup>b</sup>	3,1	32,0

D medio Farnia	2010 ante (cm)	2010 post (cm)	2013 (cm)	inc. p.* (cm)	inc. p.* %
A	10,3 <sup>b</sup>	10,0	12,8 <sup>b</sup>	2,8	28,0
B	9,6 <sup>a</sup>	9,9	12,2 <sup>a</sup>	2,3	23,2
C	10,1 <sup>ab</sup>	10,1	13,4 <sup>b</sup>	3,3	32,7
D	10,1 <sup>ab</sup>	10,1	12,9 <sup>b</sup>	2,8	27,7

D medio Carpino b.	2010 ante (cm)	2010 post (cm)	2013 (cm)	inc. p.* (cm)	inc. p.* %
	7,9	8,1	10,4	2,3	28,4
	8,0	8,0	10,4	2,4	30,0
	8,0	8,0	11,0	3,0	37,5
	8,1	8,1	11,2	3,1	38,2

D medio alberi scelti	2010 ante (cm)	2010 post (cm)	2013 (cm)	inc. p.* (cm)	inc. p.* %
A	100	13,5 <sup>ab</sup>	17,2 <sup>b</sup>	3,7	27,4
B	100	12,9 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	2,7	20,9
C	100	14,2 <sup>b</sup>	17,3 <sup>b</sup>	3,1	21,8
D	100	12,7 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	2,9	22,8

\* periodico = 2010-13

**Tabella 12** - Variazione del volume complessiva del popolamento e specifica di Farnia e Carpino b., tre anni dopo il diradamento.

Volume alberi	2010 ante massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 post m. princ. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 massa int. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. medio massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc.* m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. %* m. corr.
A	58,4	38,4	20,0	47,5	67,5	3,5	9,1	23,7
B	42,3	29,8	12,5	32,0	44,5	2,3	2,2	7,4
C	44,4	37,6	6,8	41,8	48,6	2,6	4,2	11,2
D	49,7	49,7	-	52,3	52,3	2,7	2,6	5,2
Volume Farnia	2010 ante massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 post m. princ. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 massa int. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. medio massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc.* m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. %* m. corr.
A	6,9	4,5	2,4	7,7	10,1	0,5	3,2	71,1
B	5,0	3,3	1,7	5,1	6,8	0,4	1,8	54,5
C	6,5	5,6	0,92	7,4	8,3	0,4	1,8	32,1
D	6,1	6,1	-	10,3	10,3	0,5	4,2	68,9
Volume Carpino b.	2010 ante massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 post m. princ. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2010 massa int. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	2013 massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. medio massa tot. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc.* m. corr. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	inc. %* m. corr.
A	7,1	4,4	2,7	5,9	8,6	0,5	1,5	34,1
B	5,0	4,2	0,8	6,5	7,3	0,4	2,3	52,4
C	5,5	5,4	0,03	7,0	7,3	0,4	1,6	29,6
D	7,8	7,8	-	10,1	10,1	0,5	2,3	29,5

\* periodico = 2010-13

L'impatto del diradamento ha avuto effetti differenti nelle tre tesi, in particolare nei volumi asportati e nelle specie tagliate. Mentre nella tesi A (diradamento geometrico su di una file ogni tre) il risultato è stato il prelievo di circa un terzo della massa e una selezione proporzionale sulle specie, nella tesi B il taglio di una fila ogni sei e il diradamento libero all'interno di queste, ha asportato il 5% in meno (in volume e numero di alberi), valore che si dimezza nel solo diradamento libero (tesi C). In questo trattamento, il diradamento ha interessato soprattutto le specie "nobili" farnia (17%) e frassino (33%), lasciando praticamente non toccato il carpino bianco (0,9%). Il diradamento B si pone in una posizione intermedia, impattando molto sulle specie "nobili" principali perché, oltre ad eseguire un taglio proporzionale su un quinto del popolamento, interviene anche soprattutto sugli alberi concorrenti che sono costituiti in massima parte da farnia (42%), frassino (57%) ed olmo (42%).

A tre stagioni vegetative dal diradamento, si registra un tasso di mortalità naturale, più ridotta nelle tesi A e B (5 - 10%), e più evidente in C (26%), dove l'intervento ha lasciato non toccate tutte le piante "indifferenti" del popolamento accessorio. Tale mortalità potrebbe essere anche dovuta a condizioni stazionali meno favorevoli nell'area C. Questo indica comunque che gli interventi non sono mai stati troppo forti e che la dinamica naturale è proseguita all'interno del popolamento.

Nello stesso periodo, gli incrementi diametrali non si differenziano (la tesi B rimane caratterizzata da accrescimenti inferiori, come peraltro già evidenziato prima dell'intervento). Prendendo invece

in considerazione solo le farnie scelte, la tesi A ha prodotto gli incrementi diametrali più elevati, mentre le altre tesi ed il controllo continuano a non evidenziare differenze di rilievo. Questo risultato può essere interpretato: (a) come conseguenza della conduzione dei diradamenti (considerati "forti", in particolare la tesi A), avendo questi liberato sempre completamente, anche se in modo diverso, le chiome di una gran parte degli alberi presenti; (b) come essere stato condizionato dalla precocità di intervento, in un popolamento con circa 12 metri di altezza dominante, e dato che il controllo è caratterizzato da incrementi simili nel triennio.

L'incremento in volume, nei tre anni successivi al diradamento, ha avuto variazioni comprese tra il 5% del controllo (area con presumibile massimo livello di competizione interna) e il 24% della tesi A (area con la maggior quantità di biomassa intercalare). Tuttavia, le specie principali, in particolare la farnia, hanno registrato incrementi nel triennio sempre molto superiori al 20%, indicando come il diradamento non ha influenzato negativamente lo sviluppo complessivo di questa specie. Il buon risultato ottenuto anche nel controllo, potrebbe indicare che l'intervento è stato piuttosto precoce e realizzato prima della comparsa di una reale competizione tra i soggetti dominanti.

## Conclusioni

Nel complesso, la sperimentazione ha permesso di osservare come il popolamento artificiale di querco-carpinetto planiziale del Bosco San Marco di Cessalto si sia sviluppato velocemente nei primi 16

anni raggiungendo provvigioni relativamente elevate (circa 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Tali accrescimenti hanno indicato l'utilità di effettuare un primo diradamento precoce. I trattamenti hanno evidenziato differenze significative nello sviluppo diametrico delle farnie scelte solo nella tesi A (diradamento geometrico, rimossa una fila ogni tre), che ha asportato la maggior quantità di massa intercalare e senza criteri di selezione.

Dal punto di vista esclusivamente colturale, i risultati della sperimentazione indicano come in questi popolamenti il criterio di intervento al primo diradamento sia piuttosto indifferente, se questo è precoce (incrementi diametrici confrontabili). Sembra quindi utile optare per interventi di più semplice e rapida attuazione. Aspetto questo importante per il contenimento dei costi (soprattutto per abbattimento ed esbosco) e per la quantità di biomassa legnosa ritraibile (ad uso legna da ardere).

La sperimentazione continuerà nel prossimo futuro con il monitoraggio delle aree e con un secondo diradamento previsto entro 3-5 anni. Sarà inoltre interessante ripetere la stessa sperimentazione in un'altra particella della stessa piantagione che sta raggiungendo lo stadio di perticaia, in cui approfondire anche gli aspetti tecnici ed economici delle procedure di utilizzazione.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano gli anonimi revisori per gli utili suggerimenti.

## Bibliografia

- Alberti G., Marelli A., Piovesana D., Peressotti A., Zerbi G., Gottardo E., Bidese F. 2006 - *Accumulo di carbonio e produttività delle piantagioni legnose (Kyoto forests) del Friuli Venezia Giulia*. Forest@ 3 (4): 488-495.
- ARPAV 2005 - *Carta dei suoli del Veneto* - Regione Veneto.
- Barrett J.W., Holmsgaard E. 1964 - *Thinning in Hardwood Danish Guidelines for American Practices*. Journal of Forestry 62 (10): 716-720.
- Barrio Anta M., González J.G. 2005 - *Development of a stand density management diagram for even-aged pedunculate oak stands and its use in designing thinning schedules*. Forestry 78 (3): 209-216.
- Bellio R., Pividori M. 2009 - *Caratteri strutturali in giovani impianti planiziali a prevalenza di farnia e carpino bianco nel Veneto*. Forest@ 6: 4-18.
- Bracco F., Marchiori S. 2001 - *Aspetti floristici vegetazionali*. In: Le foreste della Pianura Padana. Quaderni Habitat, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine: 17-49.
- Castedo-Dorado F., Crecente-Campo F., Álvarez-Álvarez P., Barrio-Anta M. 2009 - *Development of a stand density management diagram for radiata pine stands including assessment of stand stability*. Forestry 82 (1): 1-16.
- Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V. 1984 - *Inventario Forestale Nazionale Italiano (I.F.N.I.) Tavole di cubatura a doppia entrata*. Ist. Sper. Ass. For. Alp. Trento, 65 p.
- Colletti L. 2001 - *Risultati dell'applicazione del Regolamento CEE 2080/92 in Italia*. Sherwood 70: 23-31.
- Corazzesi A., Tani A., Pelleri F. 2009-2010 - *Effetto della consociazione e del diradamento in un impianto di arboricoltura da legno con latifoglie di pregio dopo oltre 20 anni dall'impianto*. Annali CRA-Centro di Ricerca per la Selvicoltura 36: 37-48.
- Del Favero R. 2000 - *Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto* (a cura di Roberto Del Favero). Regione del Veneto, Venezia, 335 p.
- Ebone A., Terzuolo P., Camerano P., Gonthier P. 2011 - *Quercocarpineti planiziali del Piemonte. Caratteristiche ed esperienze di gestione*. Sherwood 175: 37-41.
- Giacomini V., Fenaroli L. 1958 - *Conosci l'Italia*. Vol. II. La flora. Touring Club Italiano, Milano.
- Lassini P., Carovigno R., Monzani F., Pileri P., Sartori F. 2004 - *Dieci grandi foreste di pianura: progetti in Lombardia. Alberi e Territorio 1 (1/2)*: 24.
- Magnani F., Grassi G., Tonon G., Cantoni L., Ponti F., Vicinelli E., Boldreghini P., Nardino M., Georgiadis T., Facini O., Rossi F. 2005 - *Quale ruolo per l'arboricoltura da legno italiana nel protocollo di Kyoto? Indicazioni da una "Kyoto forest" della pianura emiliana*. Forest@ 2 (4): 333-344.
- Pelleri F., Fiorentin R., Mezzalira G. 2001 - *Gli imboschimenti a prioritaria finalità naturalistica dell'area di Villaverla (VI) criteri di realizzazione e modalità di gestione*. Sherwood 65: 5-11.
- Pignatti S. 1953 - *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale*. Atti Istituto Botanico Università di Pavia 11: 92-258.
- Piussi P. 1994 - *Selvicoltura generale*. UTET, Torino, 421 p.
- Savill P.S., Spilsbury M.J. 1991 - *Growing oaks at closer spacing*. Forestry 64 (4): 373-384.
- Susmel L. 1994 - *I rovereti di pianura della Serenissima*. Cleup, Padova, 159 p.
- Terzuolo P. 1998 - *Un esempio di gestione forestale polifunzionale nel Parco Naturale del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino (VC)*. Sherwood 31: 5-10.
- Zanetti M. 1985 - *Boschi e alberi della Pianura veneta orientale. "la Ricerca"*, Coop. Nuova Dimensione Edit., Portogruaro.
- Zamboni E., Novak R. 1995 - *Progetto di rimboschimento ex bosco "San Marco"*. Relazione tecnica.

## Sitografia

[Online].www.apa.veneto.it Inquadramento climatico del Veneto. [2013, 10 December].