



Università degli
Studi del Molise

CORSO DI DOTTORATO IN “SCIENZE AGRO-FORESTALI, DELLE
TECNOLOGIE AGRO-INDUSTRIALI E DEL TERRITORIO RURALE.
I SISTEMI FORESTALI”

XXVIII Ciclo

Titolo

L’evoluzione della coltivazione del noce comune
(*Juglans regia* L.) in Italia.
Dagli impianti puri ai policiclici.

SSD AGR05 / AGR03

Tutor

Francesco Pelleri

.....

Candidato

Angelo Vitone

.....

Coordinatore

Marchetti Marco

.....

Premessa	
1 Introduzione	4
1.1 L'arboricoltura da legno	5
1.2 L'evoluzione dell'arboricoltura da legno: dal Regolamento CEE 2080/1992 ad oggi	7
1.2.1 Dagli piante puri agli impianti puri e misti con accessorie	7
1.2.2 Il passaggio dalla decisione posticipata alla decisione anticipata	11
1.2.3 I policiclici	12
1.3 L'importanza delle consociazioni in arboricoltura	17
1.4 Il noce comune (<i>Juglans regia</i> L.)	18
1.4.1 Areale e diffusione	18
1.4.2 Aspetti climatici	20
1.4.3 Aspetti fisici	20
1.4.4 Aspetti chimici	20
1.4.5 Malattie	20
1.4.6 Ibridi	21
1.4 Sistemi di coltivazione	22
1.6 La coltivazione del noce : le fasi e tecniche colturali	23
1.6.1 Attecchimento	24
1.6.2 Qualificazione	25
1.6.3 Dimensionamento	26
2 Materiali e metodi	30
2.1 Siti di studio	30
2.2 Azienda Cangiotti Pesaro, Marche	
2.3 Cavriglia, (Ex Discarica Mineraria ENEL Santa Barbara), Arezzo, Toscana	32
2.4 Azienda Monte Santo, San Matteo delle Chiaviche, Mantova, Lombardia	35
2.5 Azienda Gattoni, Meleti, Lodi, Lombardia	38

2.5.1 Policiclico a file singole	38
2.5.2 Policiclico a file binate	40
2.6 Obiettivi della ricerca	42
2.7 Analisi statistica	42
2.7.2 Analisi statistica per i monociclici	43
2.7.1 Analisi statistica per i policiclici	44
3 Risultati	47
3.1 Monociclico di Pesaro (PU)	47
3.2 Monociclico di Cavriglia (AR)	50
3.3 Monociclico di San Matteo delle Chiaviche (MN)	52
3.4 Policiclico a file singole Meleti (LO)	54
3.4.1 Noce	55
3.4.2 Pioppo	65
3.5 Policiclico a file binate Meleti (LO)	68
3.5.1 Noce	68
3.5.2 Pioppo	71
3.6 Il confronto nei monociclici	74
3.7 Il confronto nei policiclici	82
3.7.1 Noce	82
3.7.2 Pioppo	85
3.7.3 Qualità del fusto ed eccentricità fusti pioppi	86
3.7.4 Biomasse	87
4 Discussione	88
Conclusioni	100
Bibliografia	102

PREMESSA

La nascita dell'arboricoltura da legno, nel panorama nazionale Italiano, può essere ricondotta all'inizio dello scorso secolo, in seguito allo sviluppo e diffusione dell'industria cartiera sul territorio nazionale. I primi impianti erano quindi mirati al raggiungimento di piante di grosse dimensioni attraverso tempi ridotti. Si è avuto quindi uno sviluppo di impianti monospecifici a ciclo breve (pioppo) e medio (eucalipto e conifere). La svolta si è avuta verso la inizio degli anni '90, in seguito ad alcune riforme nel settore agricolo da parte della Comunità Europea, che ha rivoluzionato e incentivato il ruolo dell'arboricoltura nel panorama agricolo e forestale italiano, soprattutto attraverso il regolamento CEE 2080/92 "Aiuti alle misure forestali nel settore agricolo", dove si è iniziato a utilizzare specie a legname pregiato a ciclo medio-lungo. I primi impianti di arboricoltura da legno con latifoglie a legname pregiato sono stati progettati, realizzati e condotti facendo riferimento alle conoscenze provenienti dal mondo della pioppicoltura e della frutticoltura e dei rimboschimenti forestali classici. Le specie che più si diffusero in tale contesto furono il noce e il ciliegio. Le metodologie e le tecniche di coltivazione del pioppo e/o di riforestazione classici applicati a tali specie di pregio, non risultò essere vantaggiosa dal punto di vista della qualità degli assortimenti ritraibili dal punto di vista economico. Per cui si è resa necessaria la ricerca di nuove tecniche e caratteristiche gestionali, che permettessero alle specie legnose di pregio di accrescersi in maniera più rapida, con una maggiore qualità e minor rischi economici.

Nel presente elaborato verrà illustrato l'evoluzione delle metodologie di coltivazione delle specie a legname di pregio e in particolare il passaggio dagli impianti puri fino ad arrivare ai policiclici, attraverso l'analisi di parametri dendrometrici. In particolar modo, sarà illustrata, l'evoluzione della coltivazione del noce in Italia a partire dagli impianti puri, analizzando alcune piantagioni sperimentali realizzate e condotte dal CREA-SEL di Arezzo, in varie località del centro-nord Italia (Toscana, Marche e Lombardia) con caratteristiche progettuali e stazionarie differenti tra di loro, al fine di individuare le condizioni ottimali di consociazione e modulo di impianto per il suo sviluppo ai fini della produzione di legname di pregio.

1 INTRODUZIONE

Nel presente capitolo verranno illustrati i concetti generali riguardanti l'arboricoltura da legno. Nel dettaglio si procederà alla descrizione dell'arboricoltura da legno nel panorama nazionale italiano, descrivendo come si sono evolute le tecniche progettuali e di conduzione, a partire soprattutto dal Reg. 2080/1992, che come vedremo, ha dato un forte impulso allo sviluppo di tale disciplina. Successivamente si procederà alla descrizione del noce comune (*Juglans regia* L), che rappresenta l'obiettivo di studio del presente elaborato, descrivendone caratteri ecologici e stazionari e le tecniche di conduzione per il suo allevamento come specie di pregio.

1.1 L'ARBORICOLTURA DA LEGNO

Una prima definizione di arboricoltura da legno fornita da Ciancio et al. (1980) è *“coltivazione di un semplice insieme di alberi forestali, costituente un sistema artificiale temporaneo o transitorio che può anche evolversi verso un sistema forestale, allo scopo di ottenere in tempi più o meno brevi prodotti legnosi in elevata quantità e con specifiche qualità, in relazione alle diverse regioni fitogeografiche, alle condizioni ambientali e socio-economiche”*. Tale definizione fa riferimento alla coltivazione tradizionale del pioppo e/o delle conifere in purezza, che fino alla fine degli anni 90 hanno caratterizzato la coltivazione delle specie arboree. A partire dalla metà degli anni '80, a livello europeo cominciarono ad essere affrontate alcune tematiche ambientali ed economiche, tra cui spiccava la costante crescita del fabbisogno energetico in contrapposizione con l'eccessiva produzione agricola. A tale proposito la PAC emanò una serie di provvedimenti, volti a ridurre le produzioni agricole attraverso incentivi ai proprietari terrieri (set-aside) lasciando incolti o da destinare alle produzioni di tipo energetico tra cui quelle forestali, parte della superficie agricola posseduta (circa il 10%); in questo senso il Reg. CEE 2080/1992 (riforma Mac Sharry) *“Aiuti alle misure forestali nel settore agricolo”* ha rappresentato la *“svolta”* per la produzione forestale di tipo intensivo nel nostro paese, poiché tale riforma, ha portato in Italia alla realizzazione nel periodo 1994/2000, 104.000 ha di impianti forestali per un totale di investimenti che ammontava a circa 1 miliardo di lire (Colletti 2001). A questi, da uno studio condotto da Calvo (2011), si sono aggiunti circa altri 40.000 ha col Reg. CEE 1257/1999 (quadro del sostegno comunitario per lo sviluppo rurale sostenibile), per un

totale di circa 140.000 ha. La distribuzione della superficie di tali impianti risulta per il 32,8 % al Nord, il 33,9 % al Centro ed il 33,3 % al Sud ed è stata realizzata da imprenditori agricoli per l'82% (Calvo 2011). Di questi, circa i $\frac{3}{4}$ sono stati realizzati con latifoglie di pregio e il resto con pioppo (Cesaro e Romano 2009) e hanno interessato per lo più aree agricole marginali, a scarsa vocazione produttiva agricola. I risultati di tali investimenti sono ancora oggi abbastanza discussi e controversi, dove esistono solo alcuni tentativi di risposta attraverso indagini mirate. Delle indagini realizzate in Lombardia, Piemonte e Toscana, hanno comunque evidenziato che la maggior parte di questi primi impianti, non fornivano individui di elevata qualità (Calvo et al. 2001, Mori e Buresti Lattes 2002, Araldi et al. 2004, Berretti et al. 2007, Calvo e Mantovani 2008), adatti quindi alla trancia o alla segheria. Di qui, è nata la necessità di ampliare ed affinare le conoscenze verso tale disciplina che ha reso necessario studi più approfonditi sulla fisiologia, ecologia e le interazioni tra le essenze utilizzate per la realizzazione di tali impianti, nota come "Arboricoltura da Legno". Una definizione più esaustiva è quella fornita da Buresti Lattes e Mori (2003^a) dove *"l'arboricoltura da legno rappresenta una coltivazione temporanea di specie arboree e arbustive, finalizzata ad ottenere esclusivamente prodotti legnosi con caratteristiche predefinite"*. In entrambe si evince come l'arboricoltura sia un mix tra agricoltura e selvicoltura, poiché vengono allevate piante attraverso tecniche agronomiche intensive, dove l'imprenditore si prefigge come obiettivo primario la produzione di materiale legnoso con caratteristiche ben precise, costituite in ordine di importanza da sfoglia, tronchi da sega e biomassa legnosa (Buresti Lattes e Mori 2003a).

Nel caso in cui agli obiettivi strettamente produttivi si sommino altre funzioni secondarie (difesa del suolo, produzioni di prodotti legnosi secondari, fitodepurazione, paesaggistica) si parlerà di arboricoltura multifunzionale¹. Comunque, a prescindere dall'obiettivo principale si otterranno effetti sulla qualità del paesaggio, sul microclima locale, sulla biodiversità (sia animale che vegetale) e sulla fissazione del C atmosferico (Buresti Lattes e De Meo 2000).

¹ Sono definiti tali quegli impianti dove la progettazione e la conduzione sono finalizzate a soddisfare tutte le funzioni desiderate (Buresti Lattes e Mori 2006)

1.2 L' EVOLUZIONE DELL'ARBORICOLTURA DA LEGNO: DAL REGOLAMENTO CEE 2080/1992 AD OGGI

In questa parte verrà descritta come si è evoluta l'arboricoltura da legno nel panorama nazionale italiano, in seguito all'impulso del regolamento CEE 2080/1992, attraverso la descrizione dei concetti generali, delle progettualità e delle tecniche di gestione.

1.2.1 DAGLI IMPIANTI PURI AI PURI E MISTI CON ACCESSORIE

I primi impianti di arboricoltura da legno per la produzione di legname di pregio, prevedevano piantagioni pure² o miste³ (Fig. 1) realizzate con sestri di impianto quadrati, sulla base delle vecchie conoscenze derivanti dalla pioppicoltura e della frutticoltura (con sestri di 5x5 o 6x6 m) o dai rimboschimenti tradizionali (con sestri di 3x3 m), costituiti solamente da **piante principali**. Ad una pianta viene attribuito il ruolo di principale quando attraverso di essa si punta ad ottenere i prodotti attesi dal committente. I prodotti da ottenere con le piante principali sono quelli per cui si progetta e si conduce l'impianto e possono essere di vario genere come ad esempio

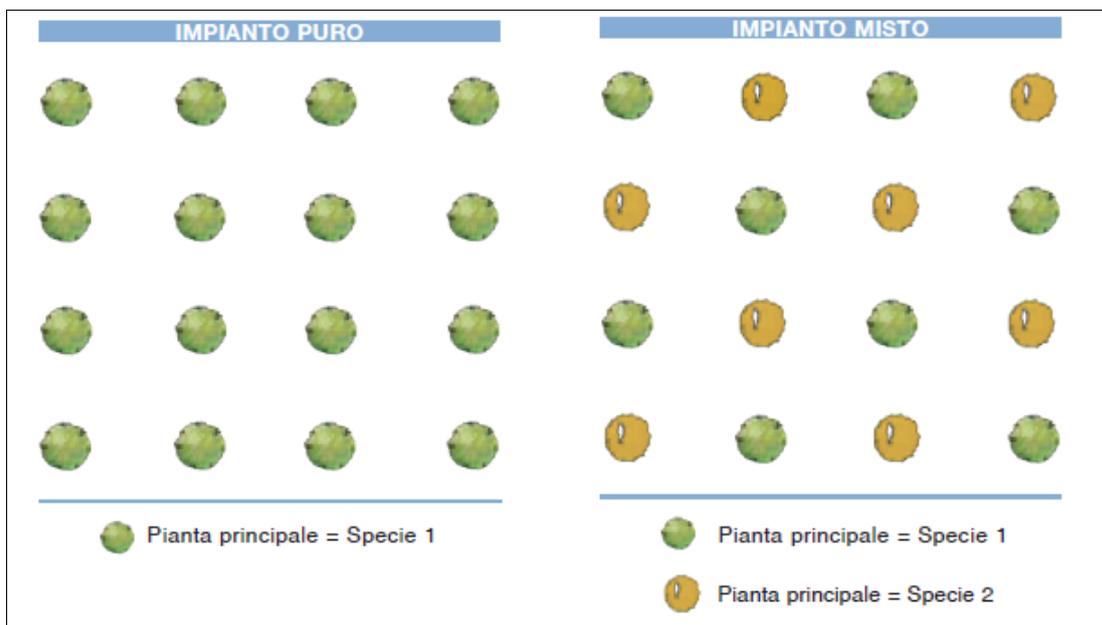


Figura 1 Esempio di schema di piantagione pura e piantagione mista

² Le piantagioni pure sono quelle composte da solo piante principali appartenenti a una sola specie (Buresti e Mori 2004^a)

³ Le piantagioni miste sono quelle composte da solo piante principali appartenenti a due o più specie (Buresti e Mori 2004^a)

legno, paesaggio, frangivento, fitodepurazione, immagazzinamento di CO₂, protezione del suolo (Buresti Lattes e Mori 2004a).

La progettazione in questi primi impianti di arboricoltura da legno avveniva con decisione posticipata, infatti la posizione delle piante a legname pregiato, da cui si voleva ottenere il reddito, non veniva decisa in fase progettuale bensì nelle successive fasi colturali. I vantaggi derivanti da tali impianti si riconducono alla facilità in fase di progettazione, realizzazione e gestione grazie alla presenza di una sola specie. Per contro gli svantaggi sono da ricercare nella difficoltà della scelta della specie idonea, nei maggiori rischi di danni da agenti biotici ed abiotici se confrontati ad un impianto misto e all'incertezza economica legata alla singola produzione legnosa (Buresti Lattes et al. 2001a). Negli impianti realizzati sulla base delle conoscenze derivanti dalla pioppicoltura, i problemi maggiori, visto le distanze relativamente ampie (6x6), riguardavano le continue lavorazioni per il controllo delle infestanti, e interventi di potatura più difficili e protratti nel tempo per periodi più lunghi. Per ovviare a tali inconvenienti si è pensato di consociare alle piante principali, **piante accessorie** che potevano aiutare l'arboricoltura nella conduzione della piantagione. Ad una pianta viene attribuito il ruolo di accessoria quando il suo inserimento nella piantagione ha lo scopo di facilitare la conduzione e/o migliorare la produzione delle piante principali. Il termine "**accessoria**" sta appunto ad indicare che non è indispensabile ai fini del raggiungimento dell'obiettivo produttivo, poiché la sua azione può essere sostituita con adeguati interventi colturali (Buresti Lattes e Mori 2004a).

Tra le piante accessorie potevano essere scelte:

- piante a rapido accrescimento, che stimolano le piante principali nella crescita in verticale, modificano la conformazione della chioma e la ramificazione agevolando così gli interventi di potatura;
- piante azotofissatrici che arricchiscono il terreno e riducendo così l'impiego dei fertilizzanti;
- arbusti che favoriscono una rapida copertura del terreno, riducendo così la necessità di lavorazioni per il controllo delle infestanti, e proteggono il fusto riducendo il rischio di emissioni di rami epicormici.

Negli impianti derivanti dalle esperienze dei classici rimboschimenti forestali, la distanza relativamente bassa tra le piante principali (impianti a sesto quadrato 3x3),

consentivano cure colturali meccanizzate e una copertura del terreno rapida. Tuttavia tali effetti positivi si esaurivano con la crescita delle piante, che entravano in competizione tra di loro. Un altro problema riguardante gli impianti densi, era che l'arboricoltore non sapeva fino all'ultimo diradamento quali piante sarebbero arrivate a fine ciclo e quindi era costretto a fornire le cure colturali a tutte le piante presenti nell'impianto (Buresti Lattes et al. 2006, Marchino e Ravagni 2007), comprese quelle che non avrebbero fornito reddito (ad esempio, in un impianto con 400 piante era necessario potare tutte le piante per poi ottenerne solamente 100-120 a fine ciclo). Inoltre, le operazioni di potatura nei primi impianti di arboricoltura da legno furono eseguite adottando le tecniche più comuni conosciute nel mondo agricolo e forestale (Mori e Buresti Lattes 2002), quindi non idonee alle specie utilizzate. Solo in un secondo momento, grazie alla sperimentazione, furono meglio codificati vecchi metodi di potatura applicati all'arboricoltura da legno e soprattutto ne vennero introdotti di nuovi, rispettosi delle piante, delle loro esigenze e degli obiettivi che si prefissava l'arboricoltore. Visti tali inconvenienti, si iniziò a realizzare impianti consociati dove una parte delle piante di pregio (dal 25% al 75%), è stata sostituita con piante accessorie a rapida crescita e azotofissatrici.

Entrambe le modalità d'impianto, quindi, con il passare del tempo, si sono evolute verso impianti consociati, con il fine di migliorare la forma e la produttività delle piante a legname pregiato. Gli impianti in cui le piante erano disposte a 6 m, come si è detto, videro l'aggiunta di piante accessorie, mentre laddove si adottavano distanze di 3 m vi fu una sostituzione dal 25% al 75% delle piante a legname pregiato con piante accessorie. Gli effetti positivi che questi impianti presentavano erano:

- accrescimenti più sostenuti in diametro e in altezza per il noce sono stati rilevati incrementi maggiori del nel caso di consociazione con azotofissatrici (Buresti Lattes e De Meo 1998a, Becquey e Vidal 2006, Gavaland et al 2006, Tani et al. 2006, Bianchetto et al 2013);
- piante dotate di forma più slanciata e di rami di diametro ridotto (Buresti Lattes e Mori 2006^a);
- rapida copertura del terreno e quindi riduzione delle lavorazioni del terreno;
- miglioramenti delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo (Chiti et al. 2003, Chiti et al. 2007).

Siamo inoltre passati da impianti puri o misti a impianti puri con accessorie o misti con accessorie (Buresti e Frattegiani 1995, Buresti et al. 2006), dove su una stessa superficie vi è la presenza di piante arboree e/o arbustive con differenti ruoli durante il ciclo produttivo (Fig. 2).

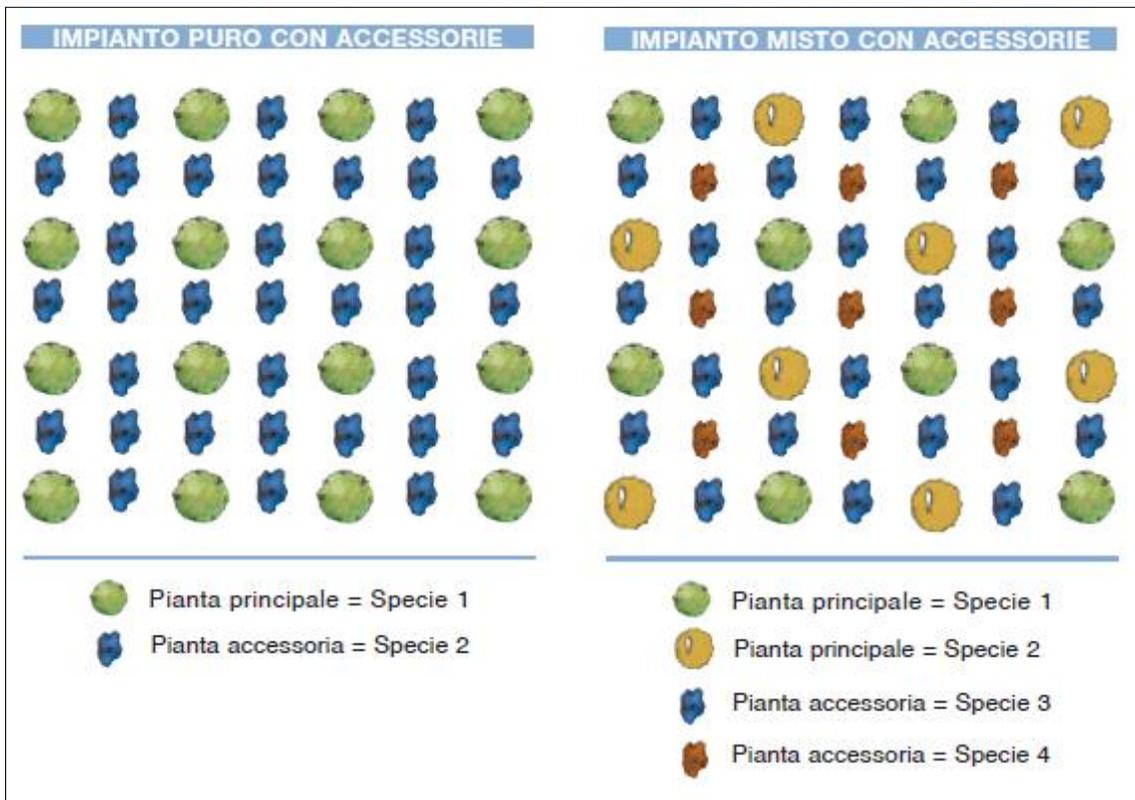


Figura 2 Esempio di piantagione pura con accessorie e piantagione mista con accessorie

La pianta principale è quella destinata alla produzione legnosa, la pianta accessoria invece serve a facilitare la gestione dell'impianto e a favorire l'accrescimento della principale allo scopo di raggiungere l'obiettivo produttivo (Buresti Lattes e Mori 2005a, Buresti Lattes e Mori 2005b).

Dalle piante accessorie si ricavano prodotti legnosi minori come legna da ardere o biomasse o anche prodotti non legnosi. Una accessoria può essere anche paracadute, quando viene considerata come una sorta di "assicurazione" sul successo dell'impianto in quanto, oltre a svolgere il ruolo di accessoria, nel caso in cui le piante principali si rivelassero incapaci di produrre gli assortimenti desiderati nei tempi attesi essa deve assurgere a ruolo di pianta principale (Buresti Lattes e De Meo 1998b, Buresti Lattes e Mori 2004a).

Tali impianti (puri con accessorie e misti con accessorie), sono più semplici da gestire, in particolare risultavano più agevoli le operazioni di potatura dato che le piante presentavano per più tempo rami di dimensioni ridotte. Tuttavia in questi primi impianti si iniziò a evidenziare il problema della competizione tra piante a legname pregiato e piante accessorie, fenomeno che nelle fasi iniziali della vita dell'impianto risultava avere un effetto positivo ed era pertanto ricercato dagli arboricoltori. Ben presto, però, con lo sviluppo dell'impianto, tale competizione risultava avere effetti negativi sugli accrescimenti. Si rese necessario quindi programmare uno o più interventi di diradamento a carico delle piante accessorie. Tale soluzione, in impianti in cui le piante a legname pregiato distavano 6 m, non era sufficiente a scongiurare decrementi degli accrescimenti in quanto fenomeni di competizione insorgevano anche tra le stesse piante che avrebbero dovuto fornire il reddito all'arboricoltore. Per questo motivo fu chiara l'esigenza di intervenire con diradamenti anche a carico delle piante a legname di pregio che ancora non avevano raggiunto le dimensioni diametriche volute. Era necessario intervenire con una serie di diradamenti a carico delle piante a legname pregiato, fino al raggiungimento di una distanza di 9-12 m tra quelle obiettivo (De Meo et al. 1999, Buresti Lattes et al. 2006, Marchino e Ravagni 2007).

1.2.2 IL PASSAGGIO DALLA DECISIONE POSTICIPATA ALLA DECISIONE ANTICIPATA

Contemporaneamente al passaggio da un tipo di progettazione all'altro sono stati meglio definiti i ruoli delle piante presenti in un impianto. Gli impianti progettati con decisione posticipata erano costituiti esclusivamente da piante **potenzialmente principali** (viene seguita con cure colturali come se fosse effettivamente principale, ma si trova a distanze inferiori a quelle minime necessarie a raggiungere il diametro del fusto desiderato con accrescimenti costanti (Marchino e Buresti 2008). In seguito sono state introdotte anche le cosiddette piante accessorie e, con l'introduzione delle distanze definitive d'impianto, si è potuto parlare di vere e proprie piante principali.

Dal momento che gli interventi di diradamento e potatura risultavano molto onerosi si iniziò la pratica di mettere a dimora le piante a legname pregiato a distanze definitive di 9-12 m (piante principali). Si cominciò cioè a progettare gli **impianti con decisione anticipata**. In questo tipo di progettazione si stabilisce in fase progettuale la posizione

delle piante principali, che vengono collocate a distanze idonee al raggiungimento dell'obiettivo produttivo prefissato (produrre legname con ben precise caratteristiche estetico e tecnologiche).

Con l'adozione della nuova strategia progettuale siamo passati da una densità di oltre 1110/400 piante potenzialmente principali per ettaro a circa 70-123 piante principali per ettaro. Nei nuovi progetti, le piante a legname pregiato si trovano a distanze definitive di 9-12 m, a seconda della specie utilizzata e del diametro che si vuole ottenere. Negli impianti con elevate densità d'impianto, progettati con decisione posticipata, veniva lasciata all'arboricoltore la possibilità di effettuare una selezione dei migliori candidati che sarebbero arrivati a fine ciclo colturale. Con il passaggio alla progettazione con decisione anticipata, disponendo le piante principali a distanza definitiva, non si aveva più la possibilità di compiere una selezione. Per ovviare a questo inconveniente è stata introdotta la tecnica della doppia pianta (Buresti Lattes e Mori 1999, Buresti Lattes et al. 2001a). Essa consiste nella messa a dimora di una coppia di piante, distanti tra loro 0,5-1 m, nel punto in cui si sarebbe trovato il singolo individuo e consente all'arboricoltore di fare una selezione all'interno della coppia, lasciando la migliore tra le due piante.

La progettazione di questi impianti è più complessa rispetto a quelli puri e/o misti a decisione posticipata in quanto è richiesta un'esperienza consolidata nella scelta delle specie da assegnare al ruolo di principale e di accessoria e alla definizione delle distanze di impianto più indicate (Buresti Lattes et al. 2001a). Oltre ai vantaggi colturali si possono avere anche vantaggi di tipo ambientale; le specie arboree, arbustive ed erbacee regolano il deflusso delle acque e le "purificano" da alcuni inquinanti (AA.VV. 2002). Gli alberi inoltre immagazzinano il carbonio nei loro tessuti legnosi sottraendo CO₂ dall'atmosfera. Se poi i soggetti arborei e arbustivi permangono in un determinato sito, come avviene per esempio in presenza di un bosco, assume notevole importanza anche il Carbonio immagazzinato stabilmente nel suolo, che raggiunge e supera quello presente nel legno e nelle parti verdi del soprassuolo (Petrella e Piazzi 2006).

1.2.3 I POLICICLICI

Negli impianti a decisione anticipata le piante principali venivano messe a dimora a distanze definitive (9-12 m). Restava quindi uno spazio inutilizzato per un lungo

periodo del ciclo colturale, che poteva essere occupato da piante accessorie. Per recuperare tale superficie la progettazione si è evoluta ulteriormente verso la realizzazione di **impianti policiclici** (Buresti Lattes e Mori 2006a, Buresti Lattes et al. 2009, Buresti Lattes e Mori 2012). In tali impianti sono presenti, nello stesso momento, più tipologie di piante principali con cicli produttivi di lunghezza differente: a ciclo medio-lungo (cicli di oltre 20 anni; comprende noce, ciliegio, querce, aceri sorbi), a ciclo breve (cicli tra gli 8 e 12 anni; tipica specie è il pioppo) o a ciclo brevissimo (Short Rotation Coppices SRC (Facciotto et al. 2014). Sono considerati SRC, le specie con cicli produttivi che vanno dai 2 ai 7 anni, specializzate per la produzione di biomassa a usi energetici (Facciotto et al 2014). Vi sono inclusi olmo, platano, salice, pioppo, nocciolo, carpino, robinia). Invece che solo piante accessorie, sono state prevalentemente inserite piante principali che raggiungevano la dimensioni commerciali in tempi più brevi come il pioppo o alcune piante idonee per la produzione di biomassa (SRC). Le piante a ciclo breve e brevissimo devono raggiungere le dimensioni richieste dal mercato ed devono essere utilizzate prima che si instaurino forti rapporti di competizione (competizione negativa) con le piante a ciclo medio lungo. Secondo una stima di Weitz (2014), coprono una superficie di 10.000 ha in Italia e 70.000 in tutta Europa.

Gli impianti policiclici permettono di sfruttare meglio la superficie produttiva, soprattutto quando si impiegano piante principali a legname pregiato, esigenti di spazio a fine ciclo, ma ad accrescimento relativamente lento (Pelleri et al 2013). Infatti, dal momento che le piante principali di tali specie devono essere collocate a notevole distanza l'una dall'altra (9-12 m) e che coprono il terreno con la loro chioma con una rapidità inferiore rispetto ad altre specie, è possibile sfruttare per alcuni anni la superficie che lasciano libera con piante principali di specie ad accrescimento molto più rapido. Così nel tempo necessario alla produzione di legname di pregio a ciclo medio-lungo, si ottiene dallo stesso appezzamento anche legname di pregio a ciclo breve e/o biomassa legnosa a ciclo brevissimo.

Questi impianti permettono di ottenere maggiori quantità di materiale legnoso da uno stesso appezzamento rispetto ad impianti monociclici (piantagioni composte da specie con il medesimo ciclo produttivo), di diversificare la produzione in termini di assortimenti e quindi di ridurre i rischi finanziari per l'imprenditore e di anticipare una

parte dei ricavi ottenibili dall'impianto. Se da una parte presentano molti aspetti positivi, si deve tener presente che richiedono una certa capacità progettuale nel rispetto dei seguenti criteri:

- le piante di uno stesso ciclo devono trovarsi a distanze definitive;
- le piante devono trovarsi alle distanze minime che permettano il raggiungimento dell'obiettivo commerciale nel minor tempo possibile (Buresti Lattes e Mori 2007^a);
- le piante con cicli produttivi di lunghezza differente devono trovarsi a distanze tali da non manifestare fenomeni di competizione negativa tra loro e con le piante principali a ciclo più lungo.

Le distanza minima tra due piante è quella che permette di ottenere l'effetto desiderato nei tempi attesi e senza che uno dei due soggetti debba essere eliminato precocemente con un diradamento per evitare gli effetti negativi della competizione (Buresti Lattes e Mori 2007a). Essa dipende dalla specie, dalle condizioni di crescita e dal diametro del fusto che si intende produrre, con accrescimenti sostenuti e costanti (Buresti Lattes e Mori 2007a).

Quando si parla di distanza minima si fa riferimento:

- allo spazio intercorrente tra piante principali con ciclo produttivo della stessa lunghezza;
- allo spazio intercorrente tra piante principali con ciclo produttivo di lunghezza diversa;
- allo spazio intercorrente tra piante principali e piante accessorie.

Gli impianti policiclici si dividono in policiclici a termine e policiclici permanenti.

I policiclici a termine sono rappresentati da ogni piantagione policiclica in cui le piante principali del ciclo più lungo, al momento di essere utilizzate, coprono con le loro chiome tutta la superficie dell'appezzamento (Ravagni e Buresti Lattes 2003, Buresti Lattes e Mori 2006a, Buresti Lattes e Mori 2007b).

Le **piantagioni policicliche a termine** sono caratterizzate da:

- piante principali con ciclo produttivo di uguale durata;
- piante con duplice ruolo di accessoria e di principale (gerarchicamente subordinate alle principali);
- piante accessorie, arboree o arbustive, subordinate alle prime due categorie.

Recentemente, dal momento che si stanno sperimentando piantagioni che siano in grado di avvicinare nel tempo più cicli produttivi senza eliminare mai completamente tutti gli alberi e gli arbusti, è stato necessario distinguere gli impianti policiclici a termine da quelli policiclici permanenti rappresentate da ogni piantagione policiclica in cui le piante principali del ciclo più lungo, al momento di essere utilizzate, non coprono con le loro chiome tutta la superficie dell'appezzamento, ma lasciano lo spazio sufficiente al contemporaneo sviluppo di nuovi cicli produttivi di piante principali di altre specie o della stessa specie (Buresti Lattes e Mori 2009).

Le **piantagioni policicliche permanenti** sono caratterizzate da:

- piante principali con cicli produttivi di differente durata;
- piante con duplice ruolo di accessoria e principale (gerarchicamente subordinate alle principali);
- piante accessorie, arboree o arbustive, subordinate alle prime due categorie.

Nelle piantagioni policicliche permanenti le combinazioni di blocchi da 144 m² dedicati al ciclo medio-lungo, al ciclo breve e/o al ciclo brevissimo, possono essere tante quante le esigenze degli imprenditori agricoli, le variabili ambientali delle superfici individuate per la piantagione e le condizioni poste per beneficiare dell'aiuto pubblico alla realizzazione e all'effettuazione delle cure colturali. In questo tipo di piantagioni tutte le piante con duplice ruolo che si trovano all'interno dell'area di 144 m² che sarà occupata dalla chioma delle piante principali a ciclo medio-lungo dovranno essere considerate a tutti gli effetti come piante accessorie. Ciò sarà indipendente dal loro numero, a condizione che siano poste alle distanze minime.

Questo rende le piantagioni policicliche permanenti estremamente flessibili ma, proprio per questo, è necessario definire alcuni criteri per la loro classificazione in fase di istruttoria e per il collaudo ad intervento realizzato. Di seguito si propongono alcuni criteri da adottare, quale base da cui partire, per definire un sistema applicabile a qualsiasi tipo di piantagione policiclica permanente. Per essere considerata tale una piantagione deve:

- essere suddivisa in blocchi di 144 m²;
- i blocchi di una determinata tipologia di ciclo produttivo non devono occupare più del 75% della superficie dell'impianto;

- le file di blocchi a ciclo medio-lungo possono essere intervallate al massimo da 3 file di blocchi con cicli di durata differente;
- nei blocchi devono essere chiaramente individuabili le piante principali, in modo da poterle attribuire ad un ciclo produttivo (medio-lungo, breve o brevissimo);
- dopo ogni utilizzazione di un ciclo di piante principali, la nuova piantagione, per essere considerata policiclica permanente, dovrà rispettare quanto stabilito ai punti precedenti.

Considerato che le piantagioni policicliche permanenti, più sono complesse e maggiore può essere il loro interesse ambientale e sociale, il sistema di sostegno pubblico potrebbe essere calibrato in modo da aiutare maggiormente quelle che presentano le migliori mescolanze di cicli produttivi e di specie, all'interno di ogni tipologia di blocco da 144 m² e tra i blocchi di cicli produttivi differenti (Buresti Lattes e Mori 2012).

Per l'arboricoltore i vantaggi sono (Buresti Lattes e Mori 2009):

- la protezione e l'educazione delle giovani piante da parte dei soggetti più adulti o a più rapido accrescimento, che facilita la potatura;
- i redditi parziali ma frequenti derivanti dalle utilizzazioni delle piante dei singoli cicli produttivi;
- la possibilità, dopo l'utilizzazione delle piante di ogni ciclo produttivo, di riprogettare l'impianto decidendo le specie, la disposizione delle piante e l'obiettivo produttivo da raggiungere sfruttando la superficie produttiva appena liberata.

Sul piano ambientale la presenza di questa tipologia di piantagioni arboree può portare a:

- ottenere una maggiore diversità specifica grazie alla presenza di piante principali di più specie e di piante arboree ed arbustive di accompagnamento;
- ridurre l'immissione nell'ambiente di fitofarmaci, l'uso di acqua per irrigazione, la quantità di fertilizzanti e le lavorazioni del suolo;
- garantire una maggiore e più rapida fissazione di CO₂ nel legno grazie al migliore sfruttamento della superficie produttiva

Se poi l'impianto policiclico, con la scelta di opportune distanze, è reso permanente si possono ottenere anche:

- maggiore conservazione della CO₂ nel suolo grazie al fatto che la superficie dell'appezzamento non rimane mai completamente libera dalla copertura delle chiome come invece avviene nelle piantagioni da legno tradizionali;
- minori perturbazioni al paesaggio percepito grazie alla permanenza delle piante di uno o più cicli produttivi sull'appezzamento di terreno.

Un recente studio in Lombardia ha mostrato un'alta efficienza dello stoccaggio del carbonio da parte dei policiclici, rispetto alla pioppicoltura tradizionale (Chiarabaglio et al. 2014). In generale le piantagioni policicliche sono molto resistenti ai disturbi esterni e hanno una bassa richiesta in termini di input energetici (Facciotto et al 2014).

1.3 L'IMPORTANZA DELLE CONSOCIAZIONI IN ARBORICOLTURA DA LEGNO

La consociazione tra specie diverse comporta l'instaurazione di una serie di interazioni, positive o negative, che si comportano come forze stabilizzanti o destabilizzanti nel meccanismo di autoregolazione dell'ecosistema (Schutz 1990).

La realizzazione di impianti misti può stimolare la crescita delle piantagioni attraverso due effetti: competitive production e facilitation. Nel caso di competitive production si utilizza una specie meno competitiva in modo che la competizione interspecifica risulti minore di quella intraspecifica; un esempio può essere l'uso di piante eliofile a rapido accrescimento in grado di condizionare lo sviluppo delle piante principali a più lenta crescita e più tolleranti all'ombreggiamento; nel caso di facilitation si utilizza una o più specie con il compito di stimolare positivamente la crescita di un'altra specie in mescolanza (Forrester et al. 2006, Piotta 2008). In pratica le piante azotofissatrici, aumentano l'apporto di azoto organico nel suolo, quindi aumentano la disponibilità di quello che si libera in forma inorganica, il tutto a vantaggio delle specie forestali cui queste sono associate (Hansen e Dawson 1982, Binkley 1983, Van Miegroet e Cole 1995, Fisher e Binkley 2000). Un tipico esempio può essere l'utilizzo di specie azotofissatrici arboree ed arbustive appartenenti ai generi *Alnus spp*, *Robinia spp* ed *Eleagnus spp* (Buresti Lattes et al. 1997, Becciolini e Pelleri 2006, Tani et al. 2006, Corazzesi et al. 2010). I risultati ottenuti hanno generalmente fornito buoni risultati grazie allo stimolo diretto sull'accrescimento delle piante principali ad esse consociate; nei casi di piantagioni con terreni fertili o in condizioni fisico-chimiche particolari,

l'effetto dell'azotofissatrice è risultato meno evidente (Contu e Mercurio 2003). Secondo uno studio di Chiti et al. (2003), l'utilizzo di piante azotofissatrici, migliorano l'efficienza del suolo anche ai fini del sequestro del carbonio. Recenti studi hanno messo in evidenza che laddove il noce comune, ma anche altre specie principali, venga allevato con altre latifoglie arboree azotofissatrici si registra un più efficiente uso dell'acqua (Lauteri et al. 2006, Paris et al. 2008).

Gli effetti positivi della consociazione si possono individuare principalmente nel migliore accrescimento della pianta principale che presenta fusti dritti, più lunghi con nodi contenuti e accrescimenti annuali costanti che valorizzano la qualità delle produzioni legnose (Berti 1995, Becquey 2006, Bianchetto et al. 2013). Le specie accessorie possono variare le condizioni ecologiche e stagionali non solo dal punto di vista nutrizionale ma anche dal punto di vista fisico del suolo e dello spazio a disposizione (Buresti Lattes e De Meo 2000). Infatti, la distribuzione degli spazi fra le specie (arboree ed arbustive) all'interno degli impianti, può ridurre notevolmente alcune pratiche colturali, prime fra tutte le potature, le lavorazioni meccaniche e l'impiego di prodotti chimici per il contenimento delle infestanti grazie alla maggiore copertura del terreno che controlla naturalmente il loro sviluppo. Inoltre la disposizione su più piani porta a vantaggi nello sfruttamento della radiazione luminosa e degli spazi grazie alla diversa architettura degli apparati epigei ed ipogei delle specie presenti (Schütz 2001, Pommering and Murphy 2004, Kelty 2006, Vidal e Becquey 2008).

1.4 IL NOCE COMUNE (*Juglans regia* L.)

Nel presente paragrafo verranno illustrati le caratteristiche generali che contraddistinguono l'ecologia del noce comune, alcuni accenni in merito allo studio sul suo miglioramento genetico come pianta per la produzione di legname di pregio, e le fasi e le tecniche colturali applicate in arboricoltura per favorire il suo accrescimento volto alla produzione di legname di qualità.

1.4.1 AREALE E DIFFUSIONE

Il noce comune (*Juglans regia* L., 1753) è il rappresentante più conosciuto e più

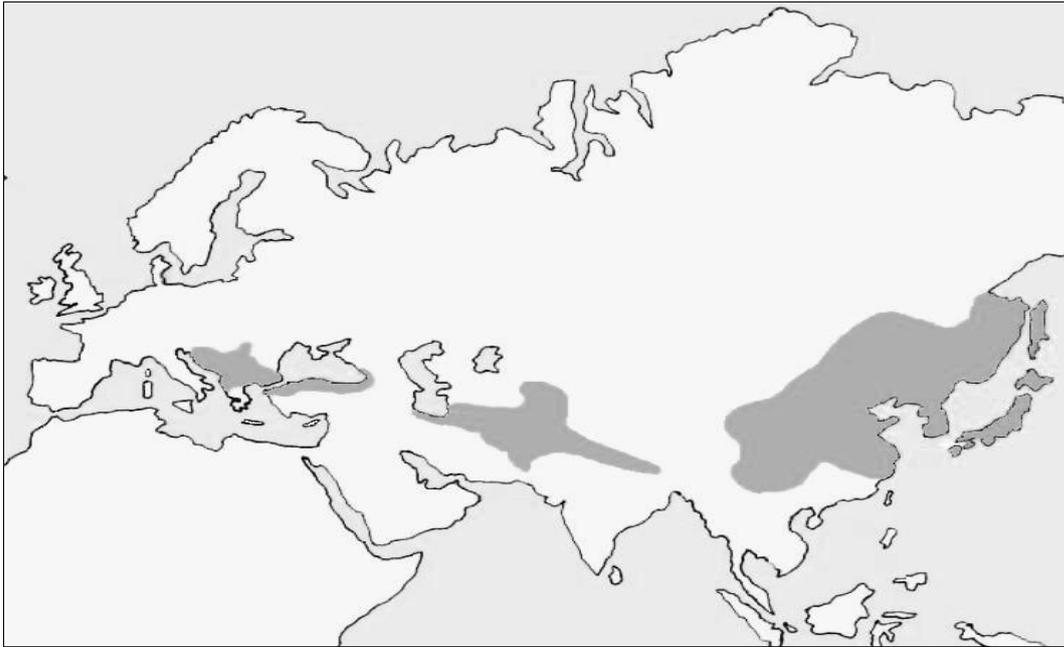


Figura 3 Areale del noce comune (*Juglans regia* L)

importante dal punto di vista economico del genere *Juglans*, appartenente alla famiglia *Juglandaceae*. Il noce comprende un areale (Fig. 3) che va dai Balcani, all'Asia Minore fino all'Himalaya e la Cina (Leslie e Mc Granaham 1988). La specie non è considerata comunque autoctona del territorio italiano, e la sua diffusione è avvenuta per larga parte per cause antropiche.

In Italia, prima delle riforme europee sulla politica agricola comunitaria, la coltivazione del noce era volta quasi esclusivamente alla produzione di frutti, dove secondo dati ISTAT (1992) la superficie dei noceti da frutto era di circa 6.500 ha, di cui la maggior parte concentrate tra le regioni Campania e Toscana; la sua coltivazione avveniva o in filari o per piante singole ed era associato alle colture agraria (Minotta 1990, Minotta 1992). Le coltivazione del noce come pianta per la produzione di legname di pregio, ha avuto diffusione in seguito al regolamento 2080/92. I dati precisi della superficie investita per la coltura del noce in seguito a tale regolamento non sono ben noti; però sulla linea di alcune ricerche condotte da Boncompagni (2001) riguardante la sola provincia di Arezzo, si può considerare come il noce sia stata la specie maggiormente utilizzata in seguito alle politiche di set-aside.

1.4.2 ASPETTI CLIMATICI

Pianta molto plastica; si estende dal livello del mare fino ad altitudini di 1000 metri s.l.m.; vegeta in ambienti con temperature medie annue comprese tra 10 e 17° C (Mariano e Gemignani 1992), molto esigente di calore durante la stagione vegetativa. Poco resistente a gelate tardive e precoci in fase giovanile (Savill 1991). Il fabbisogno idrico è molto elevato e si aggira intorno ai 700-800 mm/annui (Bergougnoux e Grosperre 1981, Becquey 1997).

1.4.3 ASPETTI FISICI

Il noce presenta un apparato radicale di tipo fittonante; in condizioni ideali il fittone si spinge a una profondità di 3 metri circa, ma per la sua coltivazione si ritiene sufficiente una profondità del suolo di almeno 1 metro. Richiede terreni privi di orizzonti idromorfi fino a circa 1 metro di profondità e ricchi in sostanze nutritive (Bary- Lenger et al. 1988, Jacamon 1987). Tuttavia non tollera ristagni idrici prolungati che provocano asfissia radicale e marciumi (Mapelli 1995). I suoli più adatti alla crescita del noce secondo Frattegiani et al. (1996) sono quelli definiti franchi (argilla \leq 25%, limo tra 30/50% e sabbia tra i 30/50%); i terreni argillosi comportano difficoltà di drenaggio e quindi asfissia nel suolo.

1.4.4 ASPETTI CHIMICI

Il pH del suolo ideale per la crescita del noce è compreso fra 6 e 7,5 (Sofletea and Curtu 2007). Richiede una fertilità del suolo elevata, anche se in terreni con scarsi elementi nutritivi (soprattutto in azoto) reagisce positivamente alle concimazioni (Zazzi 1990). Poco resistente a suoli eccessivamente salini.

1.4.5 MALATTIE

Tra le malattie fungine, quella più diffusa è l'antracnosi; causa necrosi di tutte le parti verdi della pianta. Vi è anche la *Phomopsis*, che causa la malattia nota come disseccamento del noce, che colpisce rami di piccole dimensioni lignificati. Altre malattie di origine funginea di interesse per il suolo italiano sono il marciume radicale fibroso (agente patogeno (*Armillaria mellea*) e la carie del legno. Tra le malattie batteriche quelle più diffuse sono il tumore radicale e del coletto (*Agrobacterium*

tumefaciens) e il malsecco del noce (*Xanthomonas campestris*). Di origine virale, quella più diffusa è la clorosi (CLR^V⁴).

Vi è una vasta varietà di insetti che causa danni alle piante di noce; tra i fitomizi possiamo citare due afidi quali il *Callaphis juglandis* e *Chromaphis juglandicola*. Tra i defogliatori vi sono la *Lymantria dispar*, *Euproctis chrysorrhoea* e di *Erannis defoliaria*. Per quanto riguarda gli insetti xilofagi i più diffusi sono la *Zeuzera pyrina* (rodilegno giallo) e *Cossus cossus*.

1.4.6 IBRIDI

Nel caso della produzione legnosa, la ricerca di ibridi mira a migliorare caratteristiche di accrescimento, adattabilità ad ambienti diversificati e resistenza a specifici stress biotici. Il primo ibrido creato deriva dall'incrocio tra noce comune e noce nero (*Juglans nigra*) e definito *Juglans vilmoriniana* (*Juglans intermedia*) da Vilmoren (1915); tali ibridi risultano caratterizzati da una maggiore adattabilità edafica, minore sensibilità a marciumi da *Armillaria mellea*, minore suscettibilità alle gelate primaverili, forte dominanza apicale e da una ramificazione sottile. La qualità del legno intermedia tra le due specie, è di alto pregio dove sono stati osservate buone caratteristiche del fusto e buona resistenza al freddo. In Francia gran parte degli ibridi commercializzati ed utilizzati negli impianti sperimentali hanno una base genetica ristretta in quanto risultano in prevalenza da discendenze ottenute incrociando *J. Nigra* 23 e *J. Nigra* 38 con *J. regia* (ottenendo rispettivamente NG23xRA e NG38xRA) e *J. Majore* 209 e *J. Regia* (ottenendo l'ibrido MJ209xRA); in uno studio condotto da Clark e Hemery (2010) furono testati la sopravvivenza, il vigore e l'accrescimento di questi tre ibridi confrontati con altri due ibridi di cui uno italiano (Bressanvido, ibrido naturale italiano) e uno spagnolo (IRTA x-80, derivante da produzione in vitro tra l'incrocio tra noce nero e comune), viene dimostrato come il tasso di sopravvivenza, il vigore e l'accrescimento sia della parte aerea che radicale degli ibridi francesi, sia di gran lunga superiore agli altri ibridi.

⁴ Cherry Leaf Roll Virus (virus dell'accartocciamento fogliare del ciliegio)

1.5 SISTEMI DI COLTIVAZIONE DEL NOCE

Prima degli anni 90 in Italia la maggioranza di legname di noce proveniva da piantagioni di noci multiuso. Piantagioni di noce specializzate per la produzione di legno sono relativamente recenti e derivanti dal Reg. CEE 2080/92 (Di Vaio e Minotta, 2005). I primi impianti avevano una densità di 400-300 alberi per ettaro (Giannini e Mercurio 1997), che però rendevano necessari diversi interventi di diradamento. Più di recente sono state adottate densità di 200-150 alberi per ettaro, che però non permettevano un incremento in diametro costante allo scopo di ottenere la dimensione commerciale richiesta (40 cm). Gli impianti puri con sestri di 6 metri sono quelli più diffusi (Moheni et al. 2009), ma ultimamente le piantagioni pure con una bassa densità (120-70 alberi per ettaro) si stanno diffondendo in Italia (Becquey 1997, Buresti Lattes e Mori 2006a), anche se le piantagioni miste sembrano essere la migliore opzione selvicolturale.

Molte ricerche indicano che il noce comune allevato in piantagioni miste presenti accrescimenti in diametro costanti e una ridotta emissione di rami epicormici e un minor sviluppo diametrico dei rami (Becquey e Vidal 2006, Buresti Lattes et al. 2001a, Clark et al. 2008, Gavaland et al. 2006, Tani et al. 2006). Buresti Lattes e De Meo (2000) riportano che il noce coltivato in piantagioni miste dense con *Alnus cordata* L e *Elaeagnus umbellata* T, all'età di 12 anni, hanno dimostrato incrementi in altezza superiori del 60% e in diametro del 70% in confronto a piantagioni pure. Questi risultati possono derivare dalla maggiore disponibilità di azoto nel terreno dovuto all'attività delle specie azotofissatrici. Per cui viene raccomandata la progettazione di impianti misti per il noce in Italia. I problemi possono sorgere quando la distanza tra le piante, di diversa o della stessa specie, determinano l'instaurarsi di una concorrenza negativa prima che il noce abbia raggiunto dimensioni commerciali. In questi situazioni il noce comune mostra scarsa crescita in piantagioni con specie competitive come ad esempio *Robinia pseudoacacia* o *Fraxinus angustifolia* Vahl.

Tra gli arbusti il sambuco (*Sambucus nigra* L), il nocciolo (*Corylus avellana* L), e l'olivello (*Elaeagnus umbellata* L) sono le specie più appropriate in consociazione col il noce. Questi devono essere piantati vicino al noce alla distanza di 1-2 m. Questi arbusti coprono rapidamente il suolo e riducono la concorrenza delle specie erbacee, soprattutto in fase giovanile. Tuttavia, possono limitare le operazioni forestali rendendo più difficile

l'accesso, in particolare al momento della operazioni di ultima potatura prima del loro diradamento (Becquey e Vidal 2006).

Piantagioni miste sono state progettate per ottenere redditi intermedi, prima della scadenza economica della piantagione (Buresti Lattes et al. 2006). Particolari successi sono stati ottenuti in piantagioni miste di noce comune, pioppo ibrido I214, ontano napoletano e di arbusti testati nella valle Padana in Italia (Buresti Lattes et al 2001b). Otto anni dopo la messa a dimora il pioppo era maturo (DBH > 30 cm) ed è stato abbattuto per ottenere legname tondo; mentre le specie restanti tra cui il noce, saranno abbattuti a circa 20 anni di età. Da una adeguata pianificazione di queste piantagioni multi-obiettivo (legno rotondo e biomasse) e policicliche (utilizzo di diverse rotazioni: biomasse 2-4 anni, pioppo in 8-10 anni e noce 20-25 anni) è possibile ottenere legno di qualità (pioppo e noce) insieme con biomassa per energia (Buresti Lattes et al. 2007). Una distanza di 7 m tra le file di pioppo e noce era sufficiente a sostenere la crescita regolare e di evitare danni al noce, durante le operazioni di abbattimento e lavorazione del pioppo. Piantagioni miste simili di noce ibrido (*Juglans nigra* × *Juglans regia*) e pioppo (*Populus* I214), senza alberi accessorie sono stati realizzate in Francia; i risultati derivanti da due piantagioni miste, con una distanza di 7 e 8 m tra nella fila, sono stati riportati, dopo otto anni dall'impianto da Vidal e Becquey (2008). In queste piantagioni il noce dimostra una crescita superiore sia in diametro che in altezza, in confronto a piantagioni pure con sesti di 8x8 e 8x14 metri.

Recentemente, diversi sistemi agroforestali sono stati stabiliti utilizzando noce in terreni agricoli insieme con impianti per la produzione di cereali e foraggi (Paris e Olimpieri 1993, Paris et al. 2005, Oosterbaan et al. 2006, Pisanelli et al. 2006). In Francia, Chiffrot et al (2006) hanno dimostrato l'effetto positivo della consociazione del noce ibrido con la coltura di cereali sulla crescita in diametro e la produzione di biomassa. Negli Stati Uniti, molti ricercatori hanno studiato sistemi agro-forestali o silvo-pastorali con noce nero (Lehmkuhler et al. 1999, Delate et al. 2005) per sviluppare, ad esempio, metodi di agricoltura sostenibile o per aumentare il reddito.

1.6 LA COLTIVAZIONE DEL NOCE: LE FASI E LE TECNICHE CULTURALI

Le coltivazione del noce per la produzione di legname di pregio, è una materia abbastanza recente. La produzione di noci che forniscano legname di qualità richiede

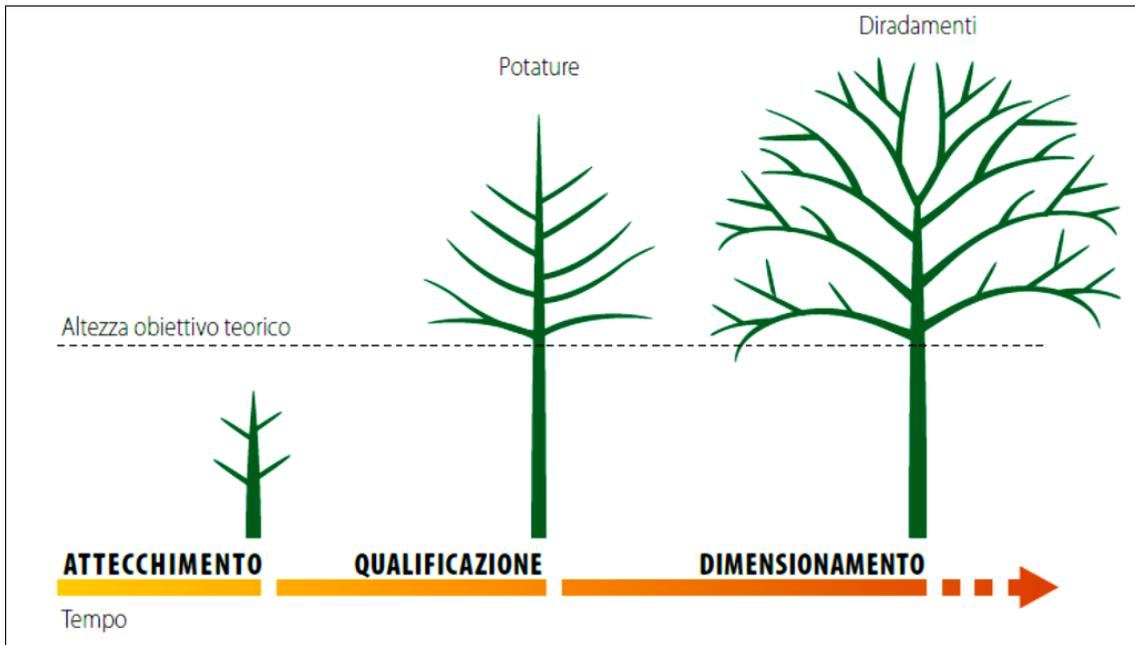


Figura 4 Le tre fasi del ciclo produttivo delle piante principali (Buresti Lattes e Mori 2004^b)

un'elevata attenzione sia in fase di progettazione sia durante il ciclo di sviluppo della piantagione (attraverso cure colturali); nel ciclo di sviluppo di una pianta principale, possiamo individuare tre fasi che sono attecchimento, qualificazione e dimensionamento (Fig. 4).

Lo scopo è quello di ottenere un fusto di noce di buona qualità e conformazione (privo di nodi nella parte esterna del cilindro, sciabolature e curvature del fusto e liberi da rami) per una lunghezza di almeno 2,5 metri. Le fasi della produzione sono: attecchimento, qualificazione e dimensionamento (Buresti Lattes e Mori 2004b).

1.6.1 ATTECCHIMENTO

Riguarda il periodo immediatamente successivo alla messa a dimora, dove l'obiettivo prioritario è la formazione di un apparato radicale robusto, proporzionato allo sviluppo della parte aerea e idoneo a soddisfarne le esigenze idriche (Hilbert e Canadell 1995) e nutritive (Lambert et al. 1994), soprattutto in un contesto di clima mediterraneo, tipico della penisola italiana (Lloret et al. 1999); in sostanza maggiore è il rapporto radice/fusto (in termini di biomassa relativa), maggiore sono le possibilità di sopravvivenza della piantina di noce (Navarro et al. 2006, Jacobs et al. 2009).

Durante questa fase è importante:

- una corretta preparazione del suolo per favorire l'esplorazione dell'apparato radicale del noce, soprattutto da parte delle radici di 1° ordine (Buyanovsky et al. 1987, Tufekcioglu et al. 1999) e migliorare gli scambi gassosi e idrici (Buresti Lattes e Mori 2003a);
- utilizzare materiale vivaistico di qualità (Tani et al. 2007);
- trattamenti fitosanitari in caso di attacco di defogliatori;
- controllo delle erbe infestanti; attuabili attraverso operazioni meccaniche post impianto (sfalcio, trinciatura, erpicatura, fresatura), che però presentano svantaggi a livello economico, visto il loro costo, e la possibilità di creare danni alle piante (George e Brennan 2002) o attraverso l'uso di tecnologie pacciamanti (erbicidi, film plastici);
- irrigazioni di soccorso.

1.6.2 QUALIFICAZIONE

Dopo che le piante sono ben radicate, cominciano ad accrescersi e producono lunghe cacciate dell'apice (indicativamente almeno 50 cm e delle ramificazioni (Pelleri et al. 2004). In questa fase occorre procedere alla potatura delle piante principali, per ottenere la parte basale del fusto dritta e libera da rami (quindi da nodi) per almeno 2,5 metri. Le operazioni di potatura costituiscono l'attività gestionale più delicata ed importante nella fase di qualificazione. L'obiettivo è ottenere fusti dritti, cilindrici, liberi da rami per un'altezza di almeno 2,5 m da terra, con nodi, cicatrici e alterazioni di colore contenuti in un cilindro centrale di larghezza non superiore ad un terzo del futuro diametro commerciale. L'analisi della pianta ai fini della potatura consiste nell'analisi del fusto e della chioma e nell'analisi del vigore (Buresti Lattes e Mori 2004c). Il noce comune può essere sottoposto a potatura secondo diverse tecniche che sono la potatura progressiva, la potatura replicativa e la potatura ad astone.

Potatura progressiva: prima si lascia sviluppare la pianta e poi si procede con l'eliminazione graduale dei rami prima che diventino di dimensioni tali da minacciare l'accrescimento dell'apice e la buona forma del fusto (Falcioni et al. 2006). In pratica si interviene nelle seguenti situazioni, meglio se durante il riposo vegetativo (Fig. 5):

- rami assurgenti (verticali) vicini all'apice che accrescendosi ulteriormente minaccerebbero la dominanza della cima;

- rami più grossi lungo il fusto, prima che raggiungano velocemente il limite dei 3 cm di diametro alla base;
- rami decisamente asimmetrici che tendono a squilibrare la chioma;
- tutti i rami nei primi 2,5-3,0 m di altezza prima che il fusto abbia raggiunto i 10 cm di diametro.

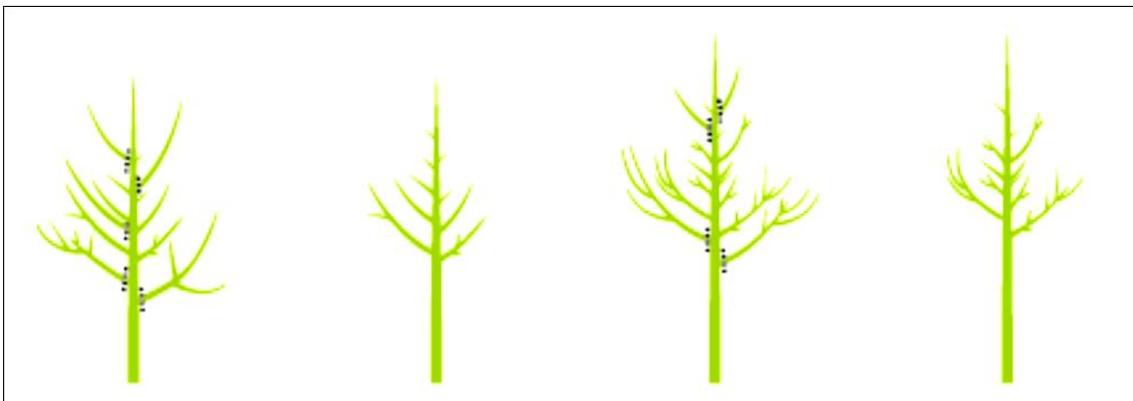


Figura 5 Fasi della potatura progressiva

Potatura replicativa: eliminazione mirata dei rami secondo uno schema predeterminato, che influenza in modo diretto e deciso l'architettura della chioma (Fig. 6). Si interviene:

- con la "scoronatura", a giugno-luglio, eliminando i rami del primo palco attorno alla cima, più precisamente i rami con gemma apicale posta al di sopra dell'inizio della cacciata apicale, per liberarla dalla concorrenza per la luce;
- tagliando i rami più bassi, a giugno-luglio o nel marzo successivo (eliminando quindi rami di 1,5 o 2 anni rispettivamente).

Questo schema si replica più volte fino ad ottenere l'altezza voluta di fusto libero da

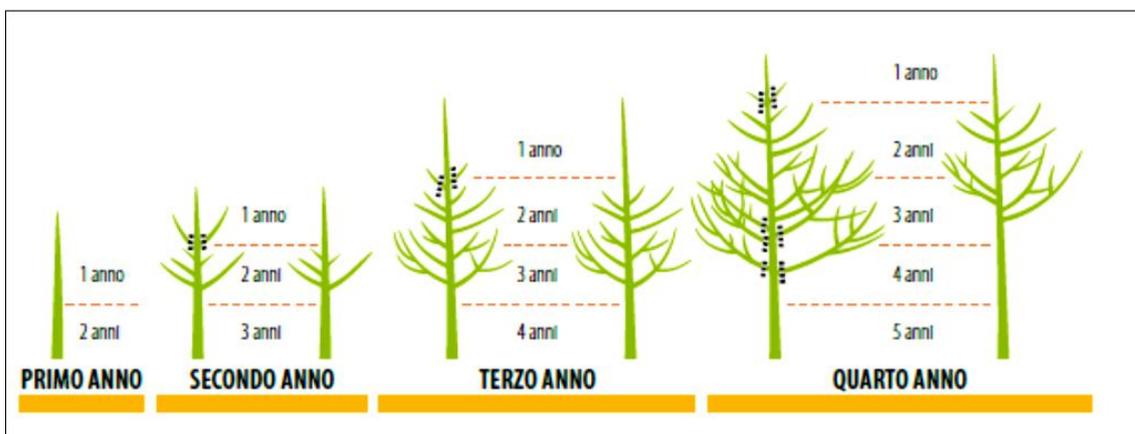


Figura 6 Fasi della potatura replicativa

rami (Buresti Lattes e Mori 2003b). I costi per questa tipologia di potatura sono abbastanza ridotti (Bidini e Marchino 2009a).

Potatura ad astone: eliminazione sistematica dei getti fino al raggiungimento dell'altezza prefissata di almeno 2,5 m (Fig. 7). Si interviene nel corso della stagione vegetativa, da marzo a luglio, per indurre le piante a raggiungere presto l'obiettivo voluto di fusto libero da rami (Falcioni et al. 1996).

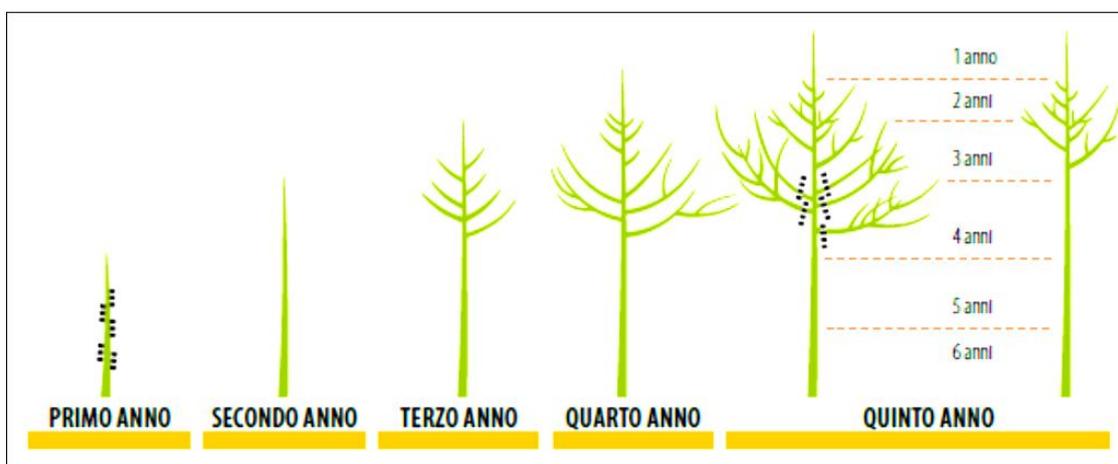


Figura 7 Fasi della potatura ad astone

La potatura ad astone è comunque consigliata in climi e suoli ideali alla crescita del noce (Bidini e Marchino 2009b).

Ulteriori accorgimenti nella fase di qualificazione - La lotta alle infestanti è ancora molto importante nella fase di qualificazione, per i già citati motivi di sottrazione di risorse alle piante da legno, e riveste quindi carattere di ordinarietà in funzione dell'andamento climatico della stagione vegetativa. Anche in questa fase, in condizioni di particolari stress di origine fitosanitaria (parassiti e malattie) o climatica, si può valutare l'opportunità di eseguire interventi a carattere straordinario (trattamenti fitosanitari, concimazioni localizzate e irrigazioni di soccorso). Queste operazioni vanno eseguite solo se risulta compromesso il normale accrescimento, quindi se la reazione delle piante deve essere aiutata dall'ausilio esterno di prodotti fitosanitari.

1.6.3 DIMENSIONAMENTO

Fase dedicata a mantenere un accrescimento diametrico regolare, agendo sulla

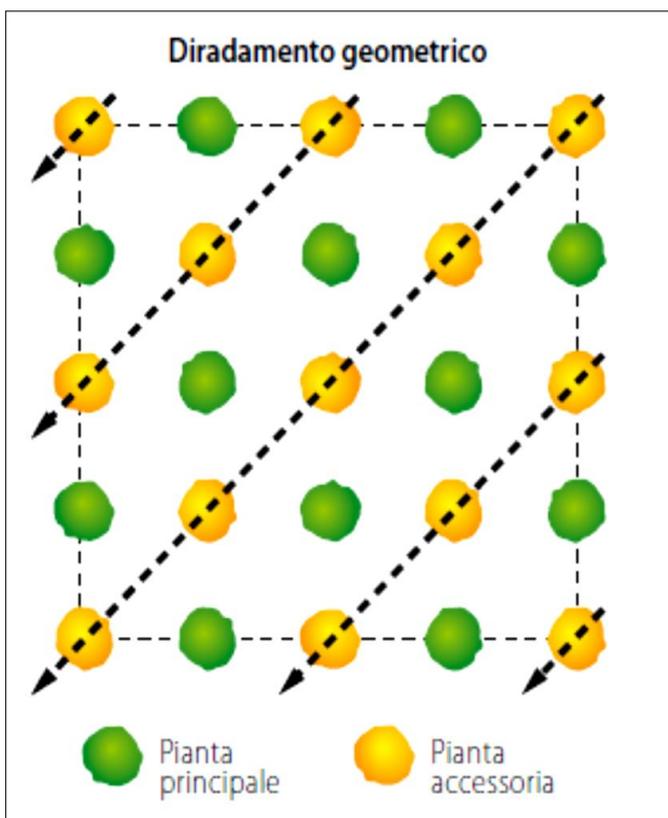


Figura 8 Esempio di diradamento geometrico

competizione fra individui attraverso il diradamento a carico dei principali competitori, non solo accessorie ma anche altre piante di pregio potenzialmente principali (Buresti Lattes e Mori 2004b). La fase finisce quando le piante hanno raggiunto un diametro prestabilito (quello di recidibilità: attualmente 35-40 cm a petto d'uomo, cioè a 1,30 m da terra), appetibile per l'industria del legno (dalla tranceria alla segheria).

Per diradamento si intende il taglio alla base di piante intere eseguito

in un momento intermedio del ciclo

culturale, nella fase di dimensionamento, quando il fusto ha forma ormai definita (in condizioni ideali senza difetti fino ad un'altezza di almeno 2,5 m), ma deve potersi accrescere omogeneamente in diametro per poter fornire, a fine ciclo, legname utilizzabile nelle lavorazioni industriali più remunerative (la trancitura in primo luogo). A tal fine è molto importante il monitoraggio e il controllo degli accrescimenti delle piante principali, per evitare l'insorgere di fenomeni di competizione negativa (Buresti Lattes e Mori 2006b).

Negli impianti progettati con scelta anticipata delle piante principali, il diradamento dovrebbe riguardare solo le piante accessorie, destinate sin dall'inizio a modulare la crescita e la forma delle principali, quindi dovrebbe seguire uno schema geometrico (Fig. 8).

Negli impianti realizzati con scelta posticipata, in maggioranza puri e piantati a densità

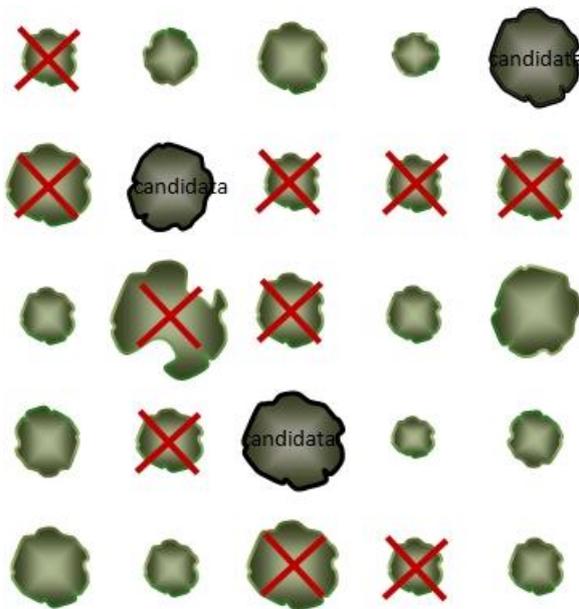


Figura 9 Esempio di diradamento selettivo

non definitiva, invece, spesso è proprio con il diradamento che si effettua la scelta delle piante principali, andando a liberare gli individui di buona forma dalla concorrenza degli alberi vicini (Fig. 9). In ogni caso il diradamento va realizzato prima che s'instauri un'eccessiva competizione rispetto alla luce (le chiome non dovrebbero toccarsi e tantomeno intersecarsi) e ai nutrienti (la concorrenza avviene anche a livello radicale), che ridurrebbe o renderebbe irregolare l'accrescimento diametrico

delle piante da portare a fine ciclo. Nella fase di dimensionamento nessun intervento è necessario a carico delle piante principali in condizioni ordinarie, se non piccoli interventi di pulizia del fusto dai getti avventizi.

2. MATERIALI E METODI

Nel presente paragrafo verranno descritti gli impianti considerati per lo studio, descrivendone le caratteristiche stazionarie e progettuali che li contraddistinguono. Inoltre verrà illustrata la linea di ricerca seguita e le relative analisi adottate.

2.1 SITI DI STUDIO

La selezione degli impianti necessari ai fini del lavoro che si intende svolgere è stata determinata sulla base di caratteristiche progettuali pressoché simili in termini di composizione di specie, al fine di poter effettuare il confronto statistico.

Sono state selezionate le seguenti piantagioni:

- 1- Azienda Cangiotti Pesaro, Marche
- 2- Parcella 26 Cavriglia, Arezzo
- 3- Azienda Monsanto, San Matteo delle Chiaviche, Mantova



Figura 10 Noce allevato in consociazione con eleagno al 75%, nell'impianto dell'azienda Cangiotti, Pesaro (PU).

2.2 AZIENDA CANGIOTTI, PESARO, MARCHE

Descrizione della stazione - La piantagione è stata realizzata nei pressi di Pesaro (PU) a 50 m s.l.m., in una zona pianeggiante caratterizzata dalla coltura prevalente di cereali (Fig. 10). Il terreno è a medio impasto e di buona fertilità anche grazie alla vicinanza del corso del fiume Foglia con falda acquifera stabile a circa 2,50 m di profondità. Il clima dell'area di studio (periodo di osservazione 1998-2013), è di tipo mediterraneo con periodo siccitoso estivo di circa 2 mesi, precipitazioni medie annue di 827 mm con massimi delle precipitazioni in primavera ed autunno e temperatura media annua di 14.7° C (Fig. 11).

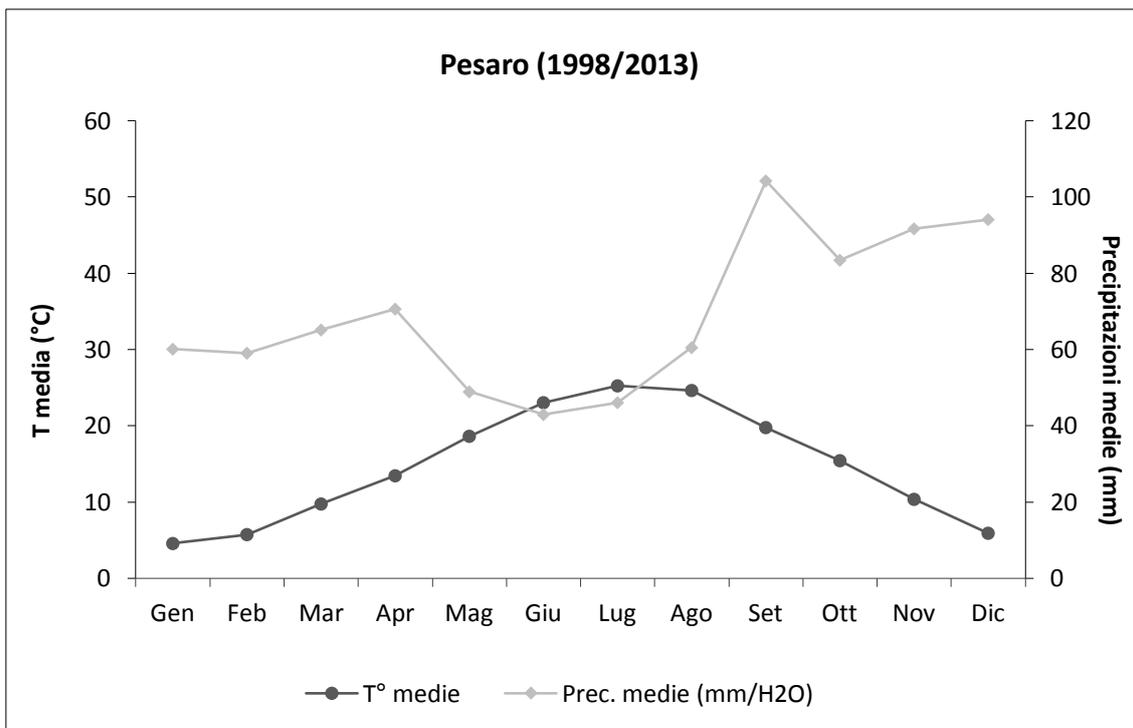


Figura 11 Diagramma termo-pluviometrico di Bagnouls & Gausson per l'impianto di Pesaro.

Per altre informazioni si rimanda a Bianchetto et al. (2013).

Tipologia d'impianto - Impianto puro di noce con accessorie. La piantagione è stata realizzata nel febbraio del 1999, su terreni in precedenza coltivati a mais e interessa una superficie di circa 3 ha. In questa superficie il noce è stato allevato con piante accessorie di diverse specie e in purezza. La densità del noce è di circa 150 piante ha⁻¹.

Il noce è posto sempre secondo uno schema a settonce con lato di 8 m (Fig. 12).

Le tesi considerate per lo studio sono:

- tesi A: noce puro;
- tesi B: noce consociato a eleagno (*Eleagnus umbellata* T.) al 50 % dove le piante di eleagno sono posizionate a 4 metri dal noce sulla fila;
- tesi C: noce consociato a elagno al 25% e ontano napoletano (*Alnus cordata* L.) al 50%; le piante di eleagno sono poste a 4 metri dal noce sulla fila mentre un filare di ontano è posto tra le file di noce;
- tesi D: noce consociato a eleagno al 75%; le piante di eleagno sono poste a 4 metri dal noce sulla fila più un filare della stessa, è posto tra le file di noce.

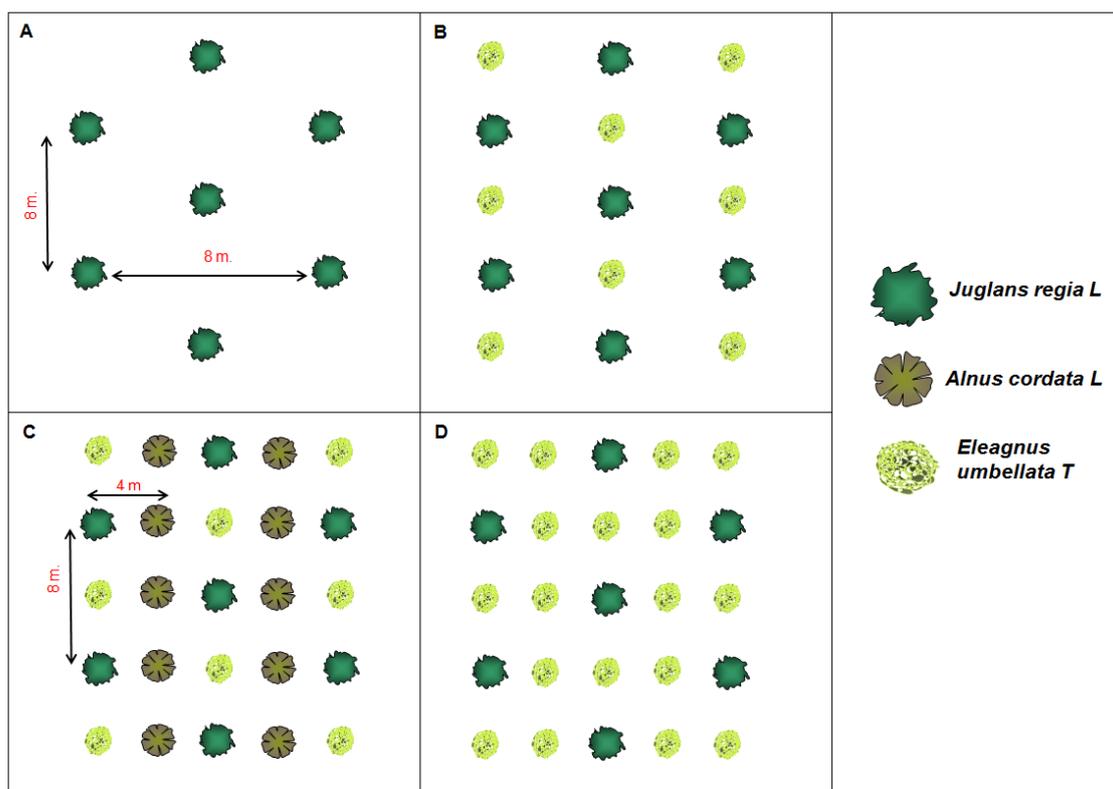


Figura 12 Schema d'impianto e tesi dell'impianto dell'azienda Cangiotti, Pesaro (PU).

Per ciascuna tesi è stata realizzata una sola parcella elementare con dimensioni di circa 0,35 ha.

Le operazioni colturali realizzate si sono limitate nei primissimi anni a operazioni di trinciatura per il controllo delle infestanti e alle potature delle piante principali durante la fase di qualificazione, al fine di ottenere un fusto privo di rami sviluppato in altezza per almeno 2,5 m.

2.3-PARCELLA 26, CAVRIGLIA, (EX DISCARICA MINERARIA ENEL SANTA BARBARA) AREZZO, TOSCANA

Descrizione stazione - L'impianto è localizzato nel comune di Cavriglia in provincia di Arezzo (AR). L'area si trova in una zona pianeggiante ad un'altitudine di circa 200 m s.l.m. L'andamento climatico annuale è caratterizzato da una precipitazione media annua di 912 mm ed una temperatura media annua di 14,6 °C (Figura 13). Dal punto di vista pedologico l'area oggetto di studio rappresenta un ambiente non ottimale per la coltura del noce comune a causa della prevalenza di suoli argilloso-limosi, dotati di pH

sub-acido, poveri in fosforo e azoto derivanti dal rimescolamento e successiva alterazione del materiale di risulta della preesistente miniera di lignite.

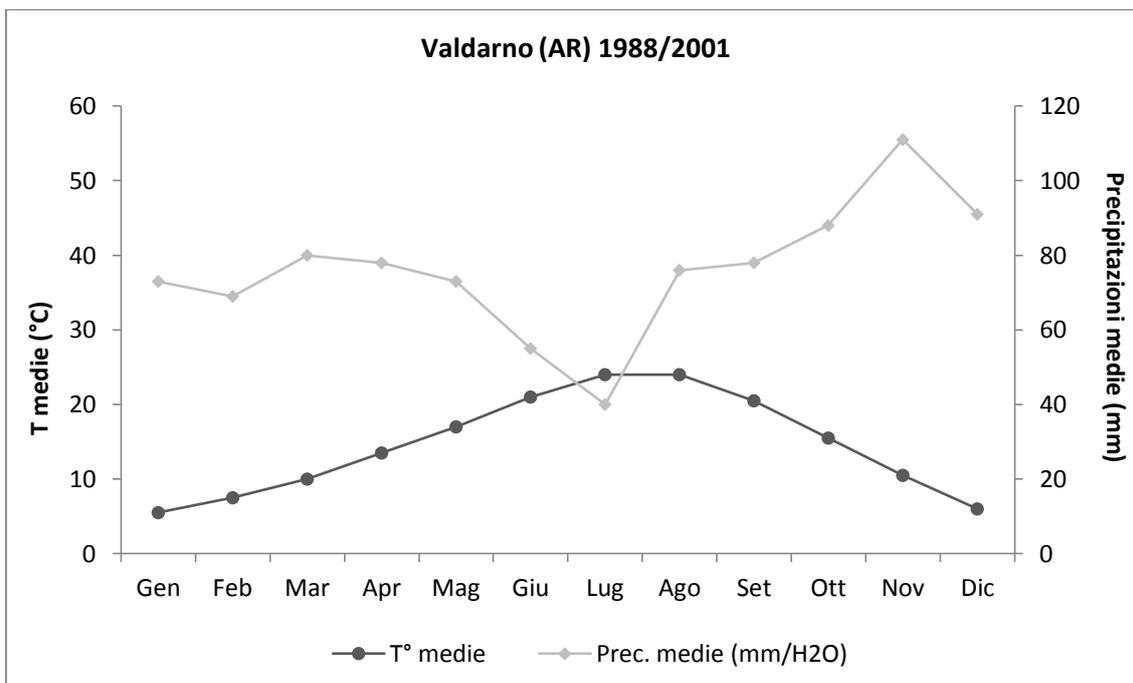


Figura 13 Diagramma termo-pluviometrico di Bagnouls & Gausson per l'impianto di Cavriglia (AR)

Per maggiori dettagli circa le condizioni stazionarie si rimanda a Buresti (1986), Buresti e Frattegiani (1994), Tani et al. (2006).

Tipologia di impianto - Impianto puro di noce e puro con accessorie (Fig. 14). L'impianto è stato realizzato nel febbraio del 1987 ed investe una superficie di circa 3 ha. Il noce è posto sempre con sesto quadrato, ma con distanze variabili di 5 e 7 metri (Fig. 15).

Le tesi considerate sono:

- tesi A: noce puro messo a dimora con sesto quadrato con lato di 5 metri. La densità del noce è di circa 400 piante ha⁻¹.
- tesi B: noce posto a dimora con sesto quadrato con lato di 5 metri, consociato con ontano napoletano al 50% ed eleagno al 25%. L'ontano è posto nella fila di noce al centro (2,5 m). Le file di noce e ontano sono alternate a file di ontano ed eleagno. La densità del noce è di circa 400 piante ha⁻¹.



Figura 14 Impianto di noce della parcella 26, Cavriglia (AR)

- tesi C: noce posto a dimora con sesto quinconce con distanza tra i noci di 7 metri ed è consociato con eleagno al 50%. Filari di eleagno, con distanze nella fila di 7 metri, sono intervallati e sfalsati di 3,5 metri ai filari di noce, alla distanza di 7 metri. La densità del noce è di circa 200 piante ha⁻¹.
- tesi D: noce posto a dimora con sesto a quinconce con distanza tra le piante di 7 metri ed è consociato con ontano napoletano al 50%. Filari di 'ontano napoletano, con distanze nella fila di 7 metri, sono intervallati e sfalsati di 3,5 metri rispetto ai filari di noce, alla distanza di 7 metri. La densità del noce è di circa 200 piante ha⁻¹.
- tesi E: noce messo a dimora con sesto quadrato con lato di 5 metri, consociato con ontano napoletano al 75%. Il noce è stato impiantato in filari misti con ontano alternando le piante ogni 2.5 m. Alle file miste di noce e ontano si alternano file pure di ontano con distanza tra le piante di 2.5 m. La densità del noce è di circa 400 piante ha⁻¹.

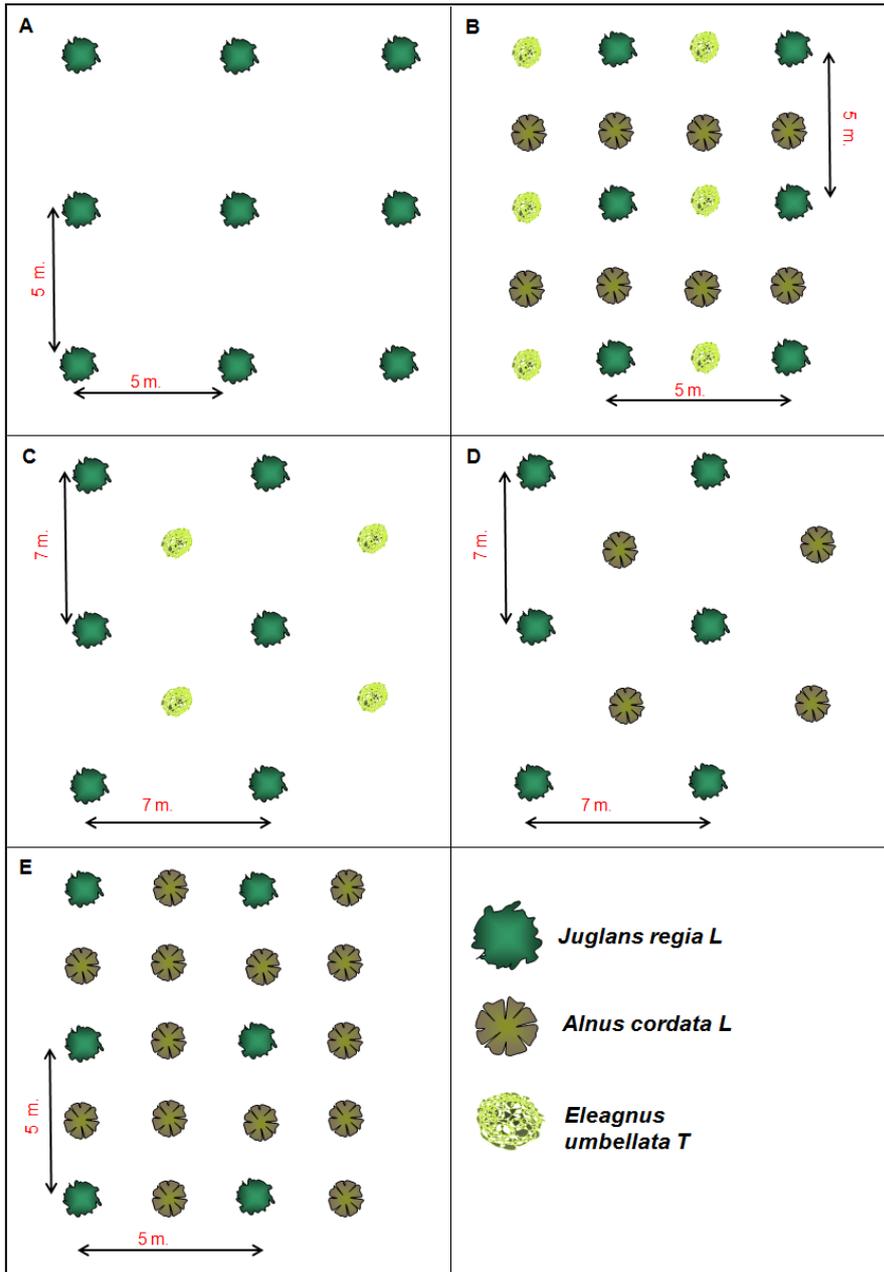


Figura 15 Schema d'impianto e tesi per l'impianto di Cavriglia (AR)

2.4 AZIENDA MONTE SANTO, SAN MATTEO DELLE CHIAVICHE, MANTOVA, LOMBARDIA

Descrizione della stazione - Gli impianti sono localizzati nella pianura alluvionale del fiume Oglio, nel comune di San Matteo delle Chiaviche in provincia di Mantova (MN). La zona è caratterizzata da una buona fertilità, con terreno profondo a impasto limoso-sabbioso e un pH moderatamente alcalino, sottoposto a periodiche inondazioni. Il clima è di tipo sub-continentale, con inverni freddi ed estati calde e umide. La temperatura

media annua è di 13,2 °C con precipitazioni medie annue di 634 mm con massime in autunno e minima in inverno ed estate; significative precipitazioni estive (giugno-settembre) che raggiungono i 160 mm, con un periodo secco che interessa il solo mese di luglio (Fig. 16).

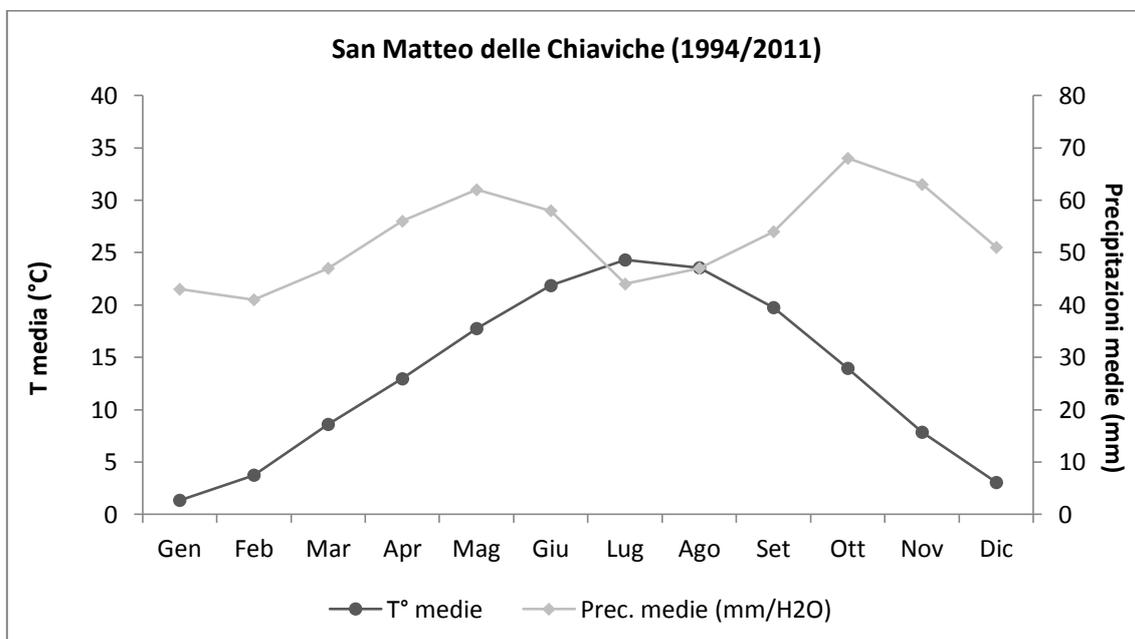


Figura 16 Diagramma termo-pluviometrico di Bagnouls & Gaussien per l'impianto di San Matteo delle Chiaviche (MN).

Tipologia di impianto - Impianto puro di noce e puro con accessorie, realizzato nel



Figura 17 L'impianto monocolturale dell'azienda Monsanto, San Matteo delle Chiaviche (MN).

gennaio 1994, che investe una superficie di 3 ha (Fig. 17).

Il noce è posto sempre secondo un sesto quadrato con lato di 8 metri. La densità del noce, per tutte le tesi considerate, è di circa 150 piante ha⁻¹. Le tesi presenti nell'impianto sono illustrate in figura 18 e sono:

- tesi A: noce puro con sesto quadrato con lato di 8 metri;
- tesi B: noce al 25% consociato con eleagno al 50% e con 25% di sambuco . Il noce è posto a una distanza di 8 metri nella fila, con la presenza di due piante di eleagno e una di sambuco. I filari di noce si trovano a 8 metri di distanza.
- tesi C: noce al 50% consociato a ontano nero (*Alnus glutinosa* L.) al 50%; l'ontano nero è posto in filari con distanze di 8 metri tra gli individui, tra le file di noce (a 4 metri), sfalsati di 4 metri;

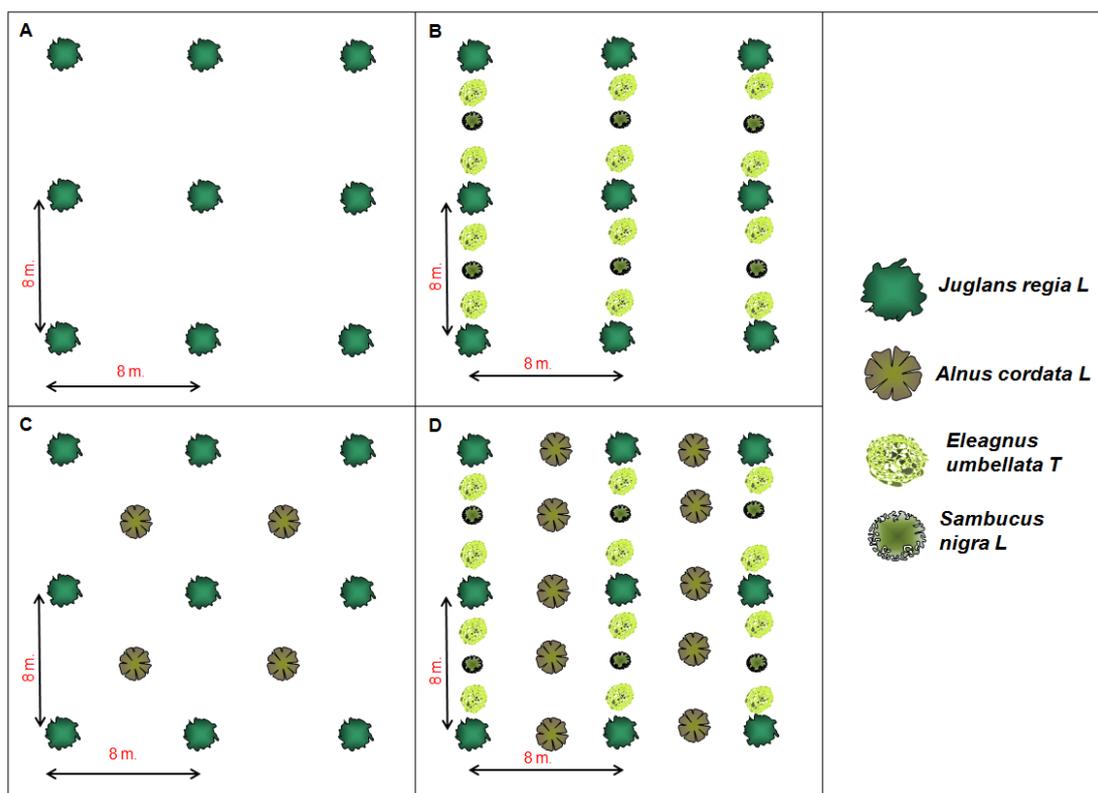


Figura 18 Schema d'impianto e tesi per l'impianto monociclico dell'azienda Monsanto, San Matteo delle Chiaviche (MN).

- tesi D: noce al 16,5% consociato con ontano nero al 33%, eleagno al 33% e al 16,5% sambuco. Il noce è posto a una distanza di 8 metri nella fila, con la presenza di due piante di eleagno e una di sambuco. I filari di noce si trovano a 8 metri di distanza intervallati nel mezzo da filari di ontano posti a 4 metri nella fila.

2.5 AZIENDA GATTOTI, MELETI, LODI, LOMBARDIA

Per lo studio dei policiclici sono stati selezionati due impianti, monitorati dal CREA-SEL, localizzati in provincia di Lodi, di proprietà del medesimo imprenditore, con caratteristiche progettuali differenti e caratteristiche stazionali pressoché identiche, poiché distanti 1 km.

Descrizione della stazione - Le piantagioni si trovano in Pianura Padana in provincia di Lodi su terreno di tipo alluvionale profondo, fertile a tessitura sabbioso-limoso. Il clima è di tipo temperato, sub-continentale, con estati calde e afose ed inverni rigidi; il periodo siccitoso è limitato al solo mese di luglio. La temperatura media annua è di 13,1 °C con precipitazioni medie annue di 799 mm con massime in autunno e minima in inverno ed estate (Fig. 21).

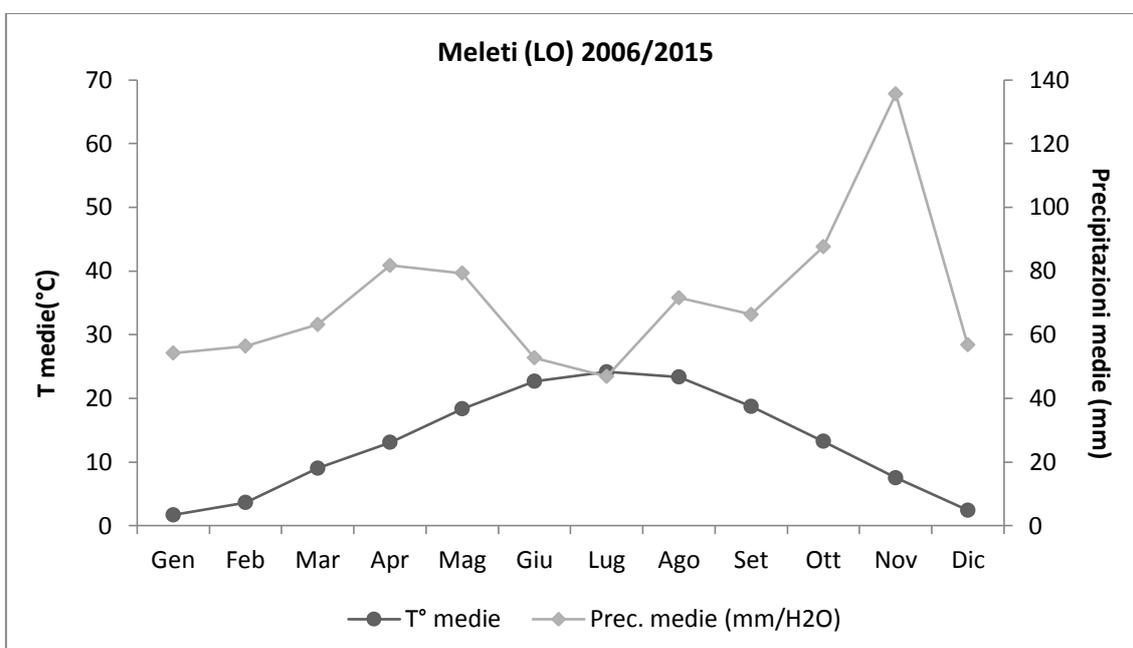


Figura 19 Diagramma termo-pluviometrico di Bagnouls & Gausson per la stazione di Meleti (LO)

2.5.1 IMPIANTO POLICICLICO A FILE SINGOLE

. L'impianto è stato realizzato nel gennaio del 2006 ed investe una superficie di circa 9 ha (Fig. 22). La piantagione è caratterizzata da file di noce alternate file di pioppo poste a una distanza di 11 m una dall'altra. Il filare di noce si ripete dopo 22 m. Tra pioppo e noce è stato messo a dimora un doppio filare di biomassa. Sono state sperimentate 3 diverse distanze fra le piante principali di noce e pioppo e sette specie da biomassa, distribuiti su tre blocchi.

Per il noce sono state testate distanze nella fila di 6, 7 e 8 m pari ad una densità di 75, 65 e 57 piante ad ettaro rispettivamente. Sempre sulla fila, tra le due piante di noce è stato collocato un pianta di ontano nero come accessoria.



Figura 20 L'impianto policiclico a file singole dell'Azienda Gattoni, Meleti (LO).

Per il pioppo sono state sperimentate distanze nella fila di 4, 5 e 6 m con una densità di impianto di 114, 91 e 76 piante ad ettaro rispettivamente. Sempre sulla fila, tra le due piante di poppo è stato collocato un pianta di nocciolo come accessoria.

Infine il modulo si completa con la presenza, tra le file di Noce e Pioppo, di due file di biomassa. In questo caso la sperimentazione consiste nel confronto produttivo di varie specie, ovvero: Pioppo ibrido (*Populus intermedia* AF2, platano ibrido (*Platanus ibrida*), frassino ossifillo (*Fraxinus angustifolia* Vahl), olmo campestre (*Ulmus minor* Mill), nocciolo (*Corylus avellana* L), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e carpino bianco (*Carpinus betulus* L). Le 2 file di biomassa sono piantate ad una distanza di 3 m tra le file e 2 m sulla fila. Inoltre queste si trovano ad una distanza di 4 m dalla adiacente fila di pioppo e noce (Fig. 21).

Le singole tesi di noce sono state messe a confronto secondo uno schema fattoriale con

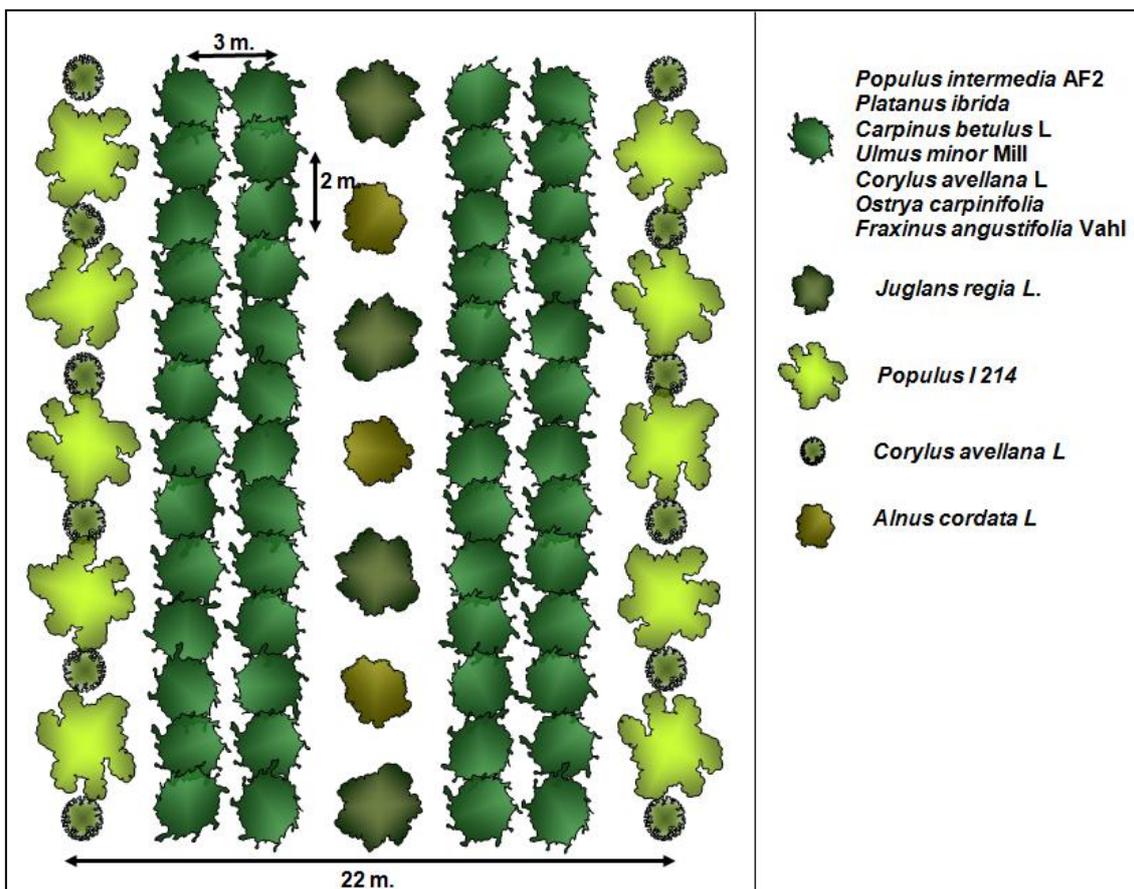


Figura 21 Schema d'impianto policiclico a file singole dell'azienda Gattoni, Meleti (LO).

tre ripetizioni. Per altre informazioni si rimanda a Pelleri et al. (2013).

2.5.2 IMPIANTO POLICICLICO A FILE BINATE

L'impianto è stato realizzato nel gennaio del 2006 ed investe una superficie di circa 1,43 ha (Fig. 22).

In particolare la piantagione si compone di tre file binate di noce, ripetute ogni 26 e 27 metri, messe a dimora con il criterio della doppia pianta (Buresti Lattes e Mori 1999, Buresti Lattes et al. 2001), con due diverse distanze tra loro e due diverse tipologie di consociazione. La prima e la terza fila binata presentano una distanza sulla fila di 6 metri e di 5 tra le file, con una densità ad ettaro di 96 piante (distanza tra le piante 6 metri), sono consociate rispettivamente con carpino nero e nocciolo. La seconda fila binata presenta una distanza sulla fila di 8 metri e di 7 tra le file, con una densità di 72 piante ad ettaro (distanza tra le piante 8 metri) ed è consociata con nocciolo. Tra le coppie di noce, sulla fila, è presente una pianta di ontano nero (*Alnus glutinosa*) mentre una fila di arbusti accessori, nocciolo e sambuco (*Sambucus nigra* L.) separano il



Figura 22 L'impianto policiclico a file binate dell'Azienda Gattoni, Meleti (LO).

doppio filare. A 5 anni dall'impianto, è stata selezionata la migliore pianta di noce per ogni coppia. L'impianto è composto inoltre da tre file binate di pioppo, ripetute ogni 27 e 29 metri, con due

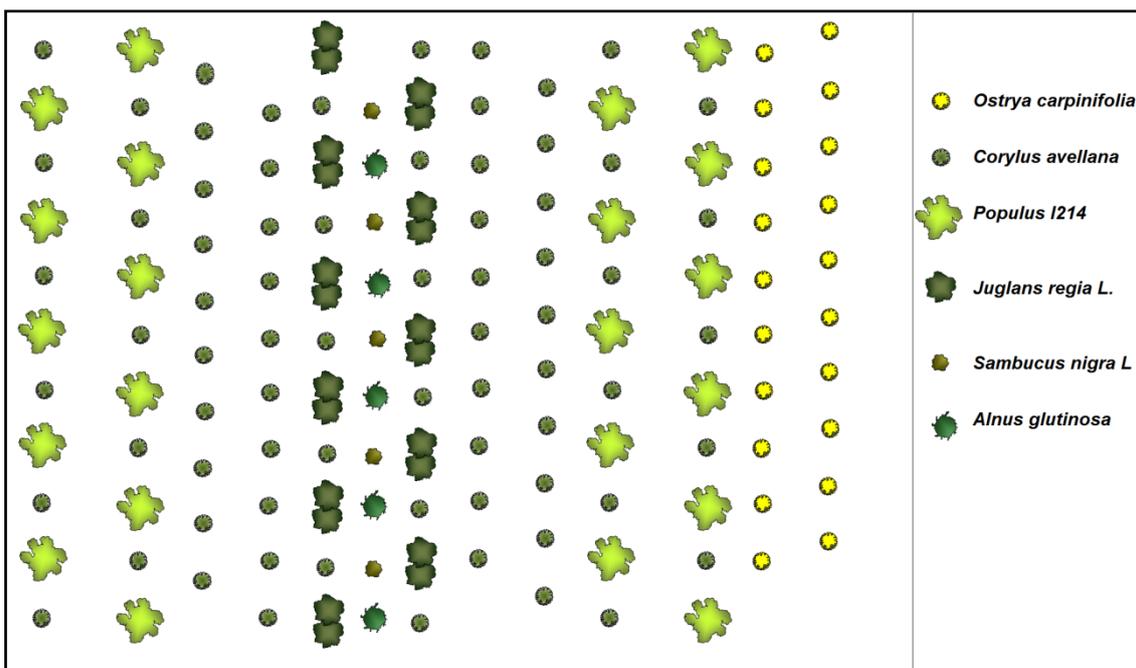


Figura 23 Schema generale dell'impianto policiclico a file binate per di Gattoni, Meleti (LO).

diverse distanze tra loro: la prima e la terza fila binata, esterne, presentano una distanza sulla fila di 6 metri e di 5 tra le file, con una densità di 96 piante ad ettaro (distanza tra le piante di 6 metri); la seconda fila binata presenta una distanza di 5 metri sulla fila e 4 tra le file, con una densità di 120 piante ad ettaro (distanza tra le piante di 5 metri); tra due piante di pioppo contigue è sempre collocato un arbusto di nocciolo; ai lati è sempre presente una doppia fila di biomassa con distanze di 2 metri sulla fila e 3 tra le file carpino (*Ostrya carpinifolia*) e nocciolo (*Corylus avellana* L). In figura 23 è illustrato lo schema d'impianto.

2.6 OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'obiettivo del lavoro è valutare in un primo momento l'effetto delle diverse tesi di consociazione con azotofissatrici, sull'accrescimento del noce tenendo separati i singoli impianti sulla base delle caratteristiche progettuali che li contraddistinguono. Successivamente si è eseguito una analisi complessiva di tutti gli impianti al fine di valutare l'effetto sull'accrescimento del noce in relazione alle tesi di consociazione, delle caratteristiche stazionali e l'interazione delle consociazione con i caratteri stazionali, suddividendo lo studio sulla base delle diverse caratteristiche progettuali.

2.7 ANALISI STATISTICA

Gli impianti descritti finora, mostrano caratteristiche progettuali molto differenti tra loro. Al fine di poter effettuare un'analisi comparativa, si sono suddivisi gli impianti sulla base degli obiettivi produttivi che essi perseguono, dividendo quindi gli impianti monociclici da quelli policiclici. Va inoltre specificato che la frequenza con cui sono stati realizzati i rilievi dei parametri dendrometrici è risultata variabile; alcuni impianti dispongono di rilievi annuali altri mostrano rilievi più discontinui.

Si pertanto deciso di eseguire una sincronizzazione dei rilevamenti in funzione dell'età dell'impianto e di analizzare due età rappresentative delle piantagioni dove avevamo un set di dati completo. Sono state pertanto individuate due età caratteristiche di diverse fasi evolutive delle piantagioni: qualificazione 5-6 anni e dimensionamento 10-13 anni. In fase di pre-analisi, per validare il metodo analitico che in seguito illustreremo, è stata verificata la normalità e l'omoschedasticità dei dati .

Le analisi statistiche sono state effettuate con il software Statistica 7.1 (Statsoft Italia, 2005) e con il software Past 2.17c (Hammer et al. 2001).

2.7.1 ANALISI STATISTICA PER I MONOCICLICI

Per gli impianti monociclici sono stati analizzati singolarmente i dati quantitativi (diametro e altezza) per singolo impianto, al fine di valutare la loro evoluzione a livello di scala locale. I dati quantitativi del noce rilevati su tutte le piantagioni, sono stati analizzati mediante l'analisi della varianza a una via (ANOVA) eseguendo il confronto delle medie tramite il test di Tukey's HSD per campioni diseguali ($p\text{-level} < 0.05$) in relazione alle varie tesi che contraddistinguono ogni singolo impianto. L'ANOVA per ogni singolo impianto, è stata calcolata a 6 anni (subito dopo la fase di attecchimento fase di qualificazione) e a 13 anni (quando le piante sono in piena fase di dimensionamento). Per l'impianto di Pesaro verrà descritta brevemente anche la qualità dei fusti (Nosenzo et al. 2008). Per gli altri due impianti tale dato non è disponibile. La distribuzione in classi di qualità dei fusti è stata comparata per mezzo del test χ^2 di Pearson.

In seguito, sono stati confrontati gli accrescimenti diametrici del noce tra i vari impianti. Vista l'eterogeneità degli impianti considerati, per avere un'indicazione preliminare sul ruolo delle variabili, in prima fase di elaborazione si è impiegata l'analisi delle componenti principali *Principal Component Analysis* (PCA), anche in questo caso a 6 e a 13 anni di età. Tale analisi permette di ridurre il numero di variabili attraverso la costruzione di variabili sintetiche. Nella matrice di dati utilizzata per l'analisi come descrittori sono stati usati:

- i diametri a 6 e 13 anni (D_6 e D_13);
- l'indice di aridità (Ia);
- la percentuale totale di azotofissatrici unificate presenti quali 0%, 50%, 66%, 75% (%N);
- le specie azotofissatrici consociate (Cons);
- la fertilità dove sono stati forniti dei livelli di fertilità da 1 a 3, dove 3 rappresenta il livello di fertilità superiore (Fer);

In tabella 1 sono mostrati la fertilità e l'indice di aridità delle stazioni dove sono presenti gli impianti.

Tabella 1- Classe di fertilità , dati termo pluviometrici e indice di aridità delle stazioni degli impianti monociclici.

Stazione	Classe Fertilità	T (°C)	Precipitazioni (mm/anno)	Indice aridità (Ia)
Pesaro (PU)	2	14,7	827	Umido
Cavriglia (AR)	1	14,6	912	Umido
S. Matteo delle Chiaviche (MN)	3	13,2	634	Sub-umido

La PCA è stata condotta utilizzando separatamente come unico descrittore il diametro a 6 anni e a 13 anni (D_6 e D_13); in pratica si vuole verificare se nelle due diverse classi di età le variabili cambiano il loro comportamento.

In seguito alla PCA, è stata effettuata l'ANOVA fattoriale sui diametri a 6 e a 13 anni estrapolando le variabili indipendenti (esplicative) dei risultati della PCA. E' stato possibile condurre tale analisi limitatamente a solo due tesi (noce puro e noce consociato con il 50% di eleagno) presenti in tutti gli impianti. L'analisi ha permesso di analizzare l'accrescimento del noce in funzione delle tesi di consociazione e delle caratteristiche stazionali valutando anche l'interazione tra consociazione e caratteri stazionali. Il confronto delle medie è stato effettuato con il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

2.7.2 ANALISI STATISTICA PER I POLICICLICI

Parallelamente, anche per gli impianti policiclici è stata condotta l'analisi per singolo impianto dei dati quantitativi (diametro e altezza) al fine di valutarne il loro accrescimento.

I dati quantitativi del noce rilevati sulla piantagione policiclica a fila singola di Meleti sono stati analizzati mediante l'analisi della varianza principali fattoriale (ANOVA) eseguendo il confronto delle medie tramite il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0.05$) in relazione ai blocchi/distanze e blocchi/consociazione. In questo caso l'ANOVA fattoriale, è stata condotta a 5 anni e a 10 anni per i diametri, poiché questa tipologia di impianto è più recente costituzione. Per le altezze l'analisi ha interessato il quinto e nono anno di età, per assenza di dati a 10 anni. L'ANOVA fattoriale considerando i blocchi e le consociazioni, per le altezze e i diametri, ha interessato solamente il quinto anno, poiché in quell'occasione è avvenuto il taglio e la conseguente

distruzione di tutte le biomasse consociate con il noce. Per cui, per l'altezza a 9 anni e il diametro a 10 anni, verranno analizzati i dati solamente sulla base dei blocchi e delle distanze, adottando sempre l'ANOVA fattoriale ed eseguendo il confronto delle medie tramite il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$). Per il pioppo sarà effettuata una ANOVA fattoriale e confronto delle medie tramite il test HSD di Tukey per campioni diseguali, in relazione a blocchi x distanze, a 10 anni per il diametro e a 9 per l'altezza (vista la mancanza di dati al decimo anno). Non si effettua l'analisi blocco/consociazione, poiché vista la rapidità di crescita del pioppo, l'effetto delle biomasse è ritenuto ininfluenza.

Per l'impianto policiclico a fila binata di Meleti i dati quantitativi del noce rilevati su tutta la piantagione, sono stati analizzati mediante l'analisi della varianza a effetti principali (ANOVA) eseguendo il confronto delle medie tramite il test HSD di Tukey HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) in relazione alle distanze e alle specie consociate con il noce che contraddistinguono l'impianto. Anche in questo caso l'ANOVA a effetti principali è stata condotta a 5 anni e a 10 anni per i diametri, poiché questa tipologia di impianto è più recente costituzione. Per le altezze l'analisi ha interessato il quinto e nono anno di età, per assenza di dati a 10 anni. Per il pioppo verrà effettuata l'ANOVA a una via sui diametri a 10 anni e le altezze a 9 anni, in relazione della distanza di impianto. Il confronto delle medie sarà effettuato con il test HSD di Tukey per campioni diseguali.

Il confronto degli accrescimenti del noce nei due impianti è stato effettuato con l'ANOVA fattoriale solo per i diametri, mettendo a confronto prima la disposizione delle piante (in fila singola e binata) con le distanze a cui è posto il noce e poi mettendo a confronto la disposizione delle piante con le consociazioni (nel nostro caso, vista la presenza del solo carpino e nero e nocciolo nell'impianto a fila binata, il confronto ha riguardato solo queste due specie consociate). Il confronto delle medie è stato effettuato tramite il test HSD di Tukey HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) Il confronto ha interessato le piantagioni al quinto e decimo anno di età.

Trattandosi di impianti policiclici, è stato fatto un breve accenno sui risultati forniti dagli altri assortimenti ritraibili, cioè biomassa e pioppo per la sfogliatura. Il confronto degli accrescimenti del pioppo dei due impianti, è stata fatta prendendo in considerazione solo le distanze nella fila di 5 e 6 metri presenti in entrambe le

piantagioni e la disposizione dei filari (fila binata e singola), attraverso L'ANOVA fattoriale e confronto delle medie con test HSD di Tukey, solamente a 10 anni di età. Per il pioppo data la sua rapidità di crescita, rispetto alle specie da biomassa, l'effetto della consociazione è stato considerata ininfluenta, e pertanto sono stati valutati solamente gli effetti delle distanze e della disposizione in file singole e binate.

Ci sarà una breve trattazione anche sulla qualità dei fusti di pioppo e noce rilevate, secondo la classificazione di Nosenzo et al. (2008) dei due impianti. Per il pioppo sono elencati anche i risultati medi dell'eccentricità (misura del diametro in croce). La distribuzione in classi di qualità dei fusti è stata comparata per mezzo del test χ^2 di Pearson.

Per la biomassa, nel febbraio 2013 (a 7 anni) è stata realizzata la stima della produzione di biomassa di carpino e nocciolo nell'impianto a file binate, prelevando un campione di 5 piante di dimensioni medie per specie, considerando solamente le piante presenti tra le doppie file delle principali, mentre nell'impianto a file singole è stata effettuata a 5 anni.

3. RISULTATI

Nella presente parte saranno riportati i risultati degli accrescimenti del noce comune per ogni singolo impianto. Inoltre verrà effettuato il confronto tra gli accrescimenti dei vari impianti, suddividendo l'analisi tra impianti monociclici e policiclici.

3.1 MONOCICLICO DI PESARO (PU)

In tabella 2, ai fini di rendere più facile la comprensione dei dati, sono riportati le variabili che caratterizzano le tesi considerate per l'impianto di Pesaro.

Tabella 2 Variabili caratterizzanti le tesi presenti nell'impianto monociclico di Pesaro.

Tesi	Sesto (m)	% Eleagnus	% Alnus	%N (tot)
A (P)	8x8	0	0	0
B (50E)	8x8	50	0	50
C (75EA)	8x8	25	50	75
D (75E)	8x8	75	0	75

Diametro- L'effetto delle azotofissatrici (tesi B, C, D) sul diametro del noce risulta evidente già dai primi anni se paragonato al noce in purezza (tesi A). In particolare la consociazione con eleagno al 75% (tesi D), già a 6 anni di età risulta significativamente

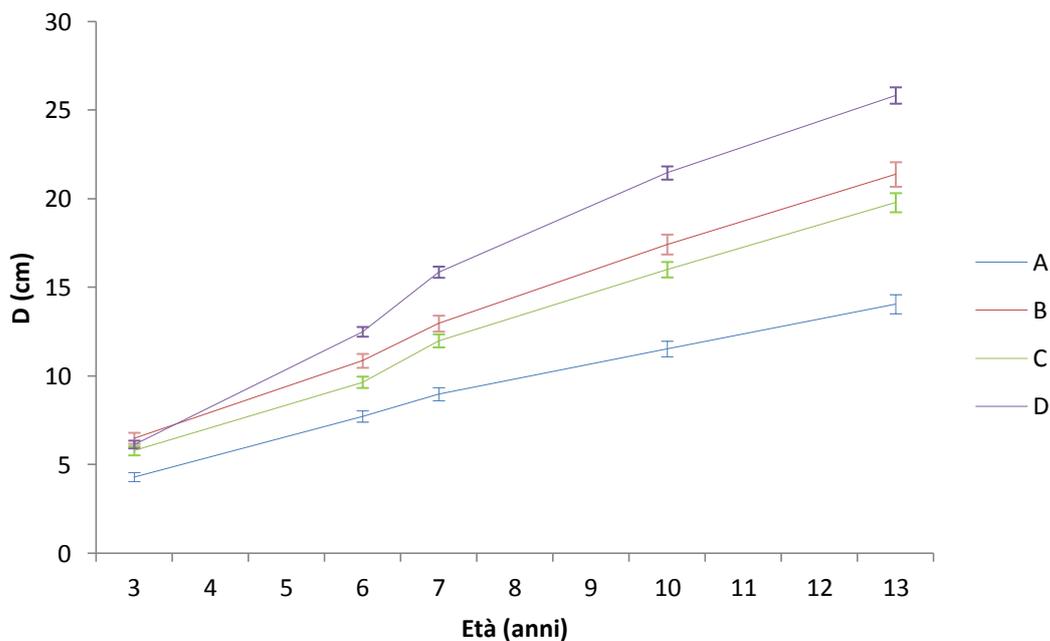


Figura 24 Variazione dell'accrescimento diametrico del noce in relazione alle tesi nel periodo osservato per l'impianto di Pesaro. Le barre rappresentano l'errore standard della media.

diversa da tutte le altre (Fig. 24). Il noce in questa consociazione, all'ultimo rilievo (Tab. 3), raggiunge 25,8 cm di diametro medio mentre nelle consociazioni con le altre azotofissatrici si ottengono valori variabili da 20 a 21 cm.

Il noce allevato in purezza raggiunge valori medi che si aggirano intorno ai 14 cm.

Tabella 3 Risultati dell'ANOVA e del test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) per il diametro del noce a 6 e 13 anni di età per l'impianto di Pesaro.

Tesi	D_6 anni			D_13 anni		
	Medie (cm)	\pm SE	HSD	Medie (cm)	\pm SE	HSD
A (P)	7,0	0,39	c	14,1	0,75	c
B (50E)	8,6	0,39	b	19,8	0,69	b
C (75EA)	9,9	0,32	ab	21,4	0,54	b
D (75E)	10,5	0,27	a	25,8	0,46	a
ANOVA	GdL	F	P-value	GdL	F	P-value
Intercetta	1	3343,129	0,0000	1	7528,240	0,0000
Tesi	3	28,339	0,0000	3	138,532	0,0000

Altezza - L'ANOVA dell'altezza a 6 anni dall'impianto evidenzia in modo chiaro l'effetto delle specie azotofissatrici, che con il loro rapido accrescimento condizionano precocemente la crescita in altezza del noce (Tab. 4).

Tabella 4 Risultati dell'ANOVA e del test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) per l'altezza del noce a 6 e 13 anni di età.

Tesi	H_6 anni			H_13 anni		
	Medie (m)	\pm SE	HSD	Medie (m)	\pm SE	HSD
A (P)	5,1	0,2	c	8,7	0,4	c
B (50E)	6,2	0,2	b	12,3	0,4	b
C (75EA)	6,4	0,1	b	14,3	0,3	a
D (75E)	7,4	0,1	a	14,6	0,2	a
ANOVA	GdL	F	P-value	GdL	F	P-value
Intercetta	1	3372,522	0,0000	1	4494,451	0,0000
Tesi	3	19,336	0,0000	3	45,490	0,0000

A 13 anni dalla piantagione, le consociazioni che hanno determinato un effetto positivo sull'altezza sono l'eleagno al 75% (tesi D) e l'ontano ed eleagno (tesi C), con valori intorno a 14,6 m; il noce nella tesi B raggiunge un valore intermedio di 12,3 m. Il noce in purezza (tesi A) le altezze sono significativamente inferiori con valori intorno a 8,7 m (Fig. 25).

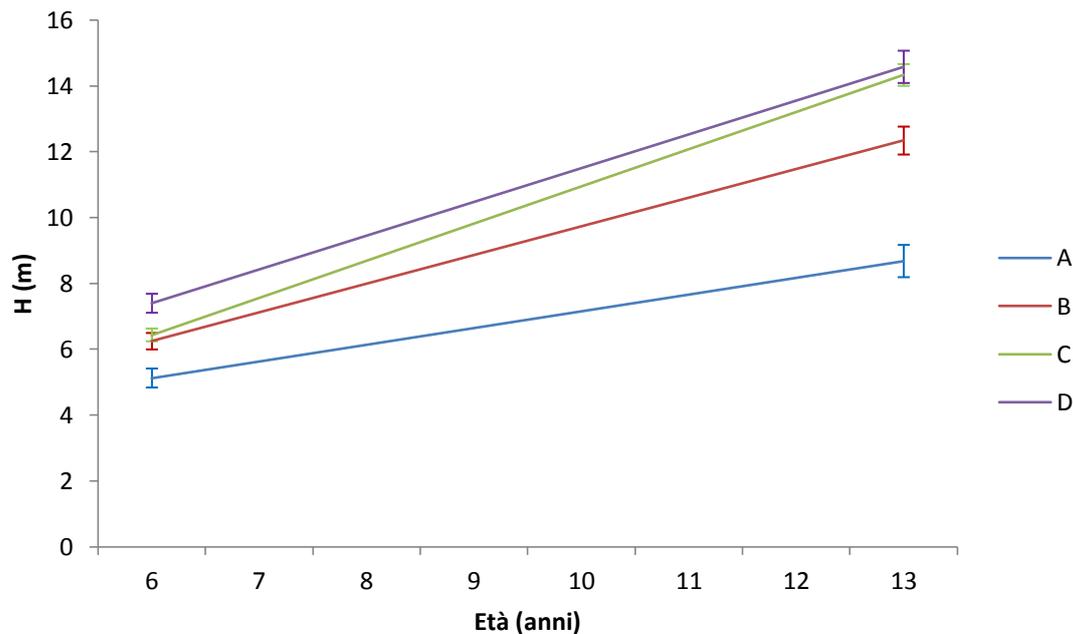


Figura 24 Variazione dell'accrescimento in altezza del noce in relazione alle tesi per l'impianto di Pesaro. Le barre rappresentano l'errore standard della media.

Qualità – Il test χ^2 evidenzia la presenza di una relazione tra consociazione e qualità del fusto. I fusti migliori si hanno per le tesi con elagno75% e eleagno/ontano 75%, che rappresentano l'82,5 % delle classi migliori (A e B). I fusti del noce allevato in purezza in questa piantagione non sono di buona qualità e ricadono tutti nella classi più scadenti (C e D) idonee per falegnameria andante e per biomassa.

Tab. 5 Distribuzione delle classi di qualità del fusto del noce per ciascuna tesi.

Tesi	Classe di qualità A+B		Classe di qualità C+D		Totale	
	n	%	n	%	n	%
	A (P)	0	0	26	21,2	26
B (50E)	7	17,5	18	14,6	25	100
C (75EA)	17	42,5	39	31,7	56	100
D (75E)	16	40,0	40	32,5	56	100
Totale	40	100	123	100	163	100

Pearson's χ^2 test=10,13 p<0,05 GDL 3 p-level 0,05=7,81; p-level0,01= 11,34

3.2 MONOCICLICO DI CAVRIGLIA (AR)

In tabella 6, sono riportati le variabili che caratterizzano le tesi considerate per l'impianto di Cavriglia (AR).

Tabella 6 Variabili caratterizzanti le tesi presenti nell'impianto monociclico di Cavriglia (AR).

Tesi	Sesto (m)	% Eleagnus	% Alnus	%N (tot)
A (P)	5x5	0	0	0
B (75EA)	5x5	25	50	75
C (50E)	7x7	50	0	50
D (50A)	7x7	0	50	50
E (75A)	5x5	0	75	75

Diametri - L'effetto delle azotofissatrici nelle tesi B, D ed E sul diametro del noce risulta evidente già dai primi anni se paragonato al noce in purezza (tesi A). In particolare la consociazione con ontano al 75% già a 6 anni di età, risulta significativamente diversa da tutte le altre (Fig. 26).

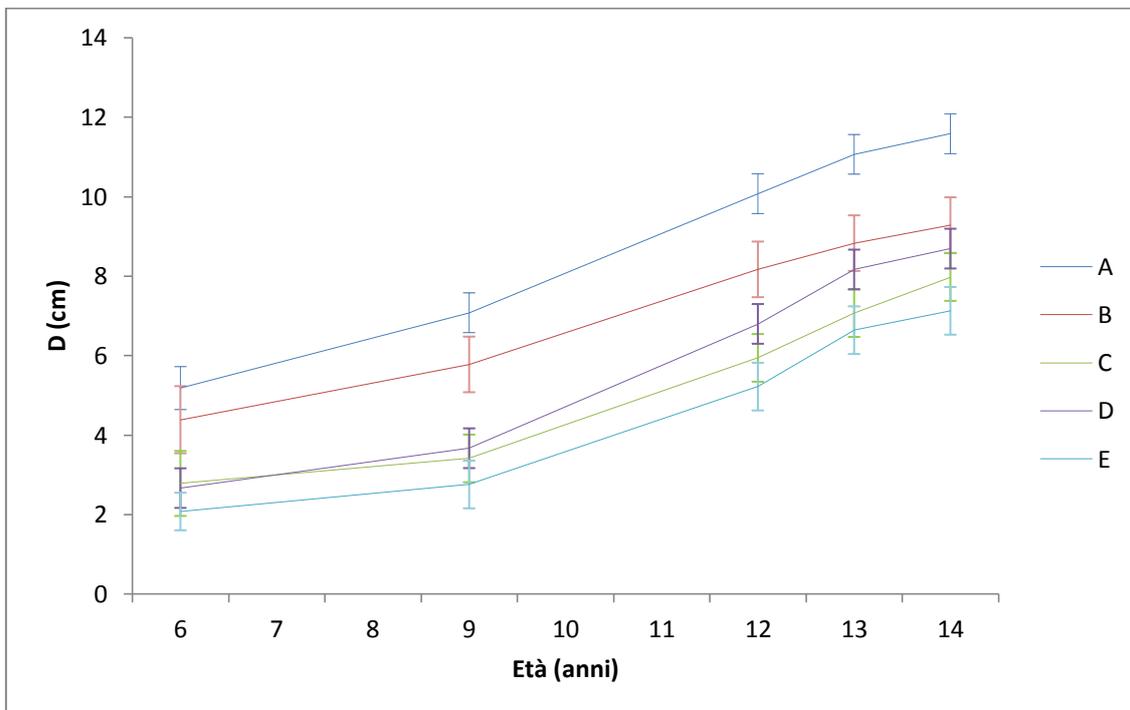


Figura 25 Variazione dell'accrescimento diametrico del noce in relazione alle tesi nel periodo osservato per l'impianto di Cavriglia (AR). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

Il noce in questa consociazione, all'ultimo rilievo (Tab. 7), raggiunge 11,6 cm di

diametro medio mentre nelle consociazioni con le altre azotofissatrici si ottengono valori variabili intorno ai 9 cm. Il noce allevato in purezza raggiunge valori medi che si aggirano intorno ai 7,8 cm (tesi A).

Tabella 7 Risultati dell'ANOVA e del test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) per il diametro del noce a 6 e 13 anni di età per l'impianto di Cavriglia (AR).

Tesi	D_6 anni			D_13 anni		
	Medie (cm)	± SE	HSD	Medie (cm)	± SE	HSD
A (P)	2,1	0,5	c	7,1	0,6	cd
B (75EA)	4,4	0,8	b	9,3	0,7	b
C (50E)	2,7	0,7	c	7,8	0,6	d
D (50A)	2,7	0,5	c	8,7	0,5	bc
E (75A)	5,2	0,4	a	11,6	0,5	a
ANOVA	GdL	F	P-value	GdL	F	P-value
Intercetta	1	1785,955	0,0000	1	3360,521	0,0000
Tesi	4	54,640	0,0000	4	25,822	0,0000

Altezze – L'ANOVA dell'altezza a 6 anni dall'impianto risulta già essere significativa, ed evidenzia l'effetto delle specie azotofissatrici (Tab. 8), dove il noce nella tesi B (ontano 50% più eleagno al 25%), raggiunge il valore più alto con un valore di 4,8 m. A 13 anni dalla piantagione, la consociazione che ha determinato un maggiore effetto positivo sull'altezza è quello della tesi B. Valori intermedi intorno ai 6 m, si sono avute

Tabella 8 Risultati dell'ANOVA e del test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) per l'altezza del noce a 6 e 13 anni di età.

Tesi	H_6 anni			H_13 anni		
	Medie (m)	± SE	HSD	Medie (m)	± SE	HSD
A (P)	2,5	0,4	c	4,3	0,6	c
B (75EA)	4,8	0,5	a	8,6	0,6	a
C (50E)	2,3	0,6	c	3,8	0,6	c
D (50A)	2,8	0,4	b	5,5	0,4	bc
E (75A)	3,7	0,4	ab	6,7	0,4	ab
ANOVA	GdL	F	P-value	GdL	F	P-value
Intercetta	1	3372,522	0,0000	1	4494,451	0,0000
Tesi	4	19,336	0,0000	4	45,490	0,0000

con le tesi D ed E. Nelle tesi A e C le altezze del noce sono significativamente inferiori con valori intorno ai 4 m (Fig. 27).

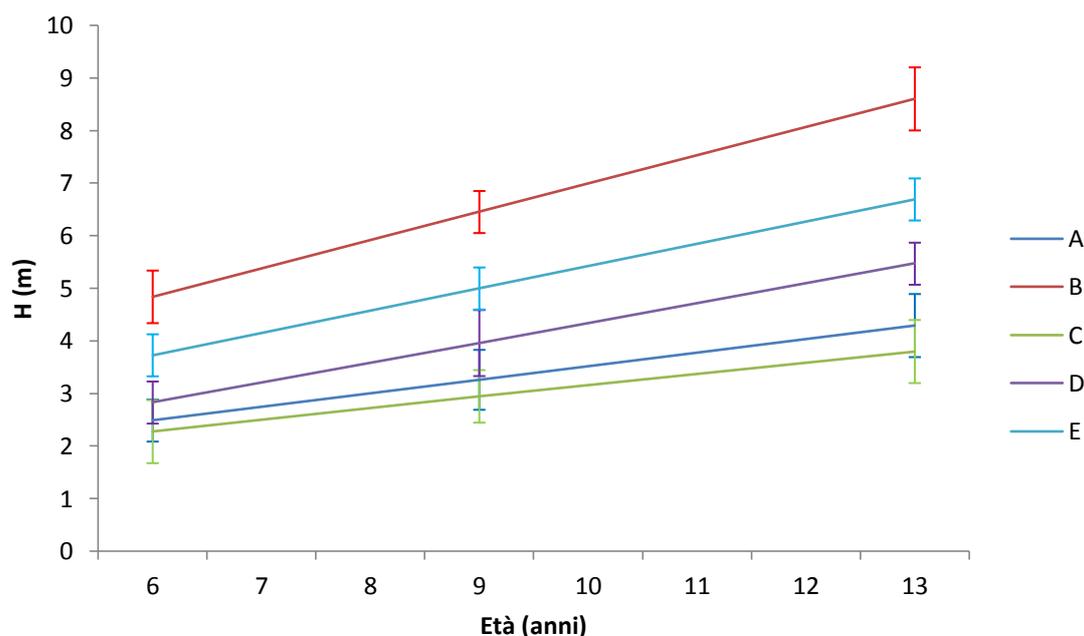


Figura 27 - Variazione dell'accrescimento in altezza del noce in relazione alle tesi per l'impianto di Cavriglia (AR). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

3.3 MONOCICLICO DI SAN MATTEO DELLE CHIAVICHE (MN)

In tabella 9, sono riportati le variabili che caratterizzano le tesi considerate per l'impianto di San Matteo delle Chiaviche (MN).

Tabella 9 - Variabili caratterizzanti le tesi presenti nell'impianto monociclico di San Matteo delle Chiaviche (MN).

Tesi	Sesto (m)	% <i>Eleagnus</i>	% <i>Alnus</i>	%N (tot)
A (P)	8x8	0	0	0
B (50E)	8x8	50	0	50
C (50A)	8x8	0	50	50
D (66EA)	8x8	33	33	66

Diametri – L'ANOVA a 6 anni sul diametro del noce risulta significativa permettendo di evidenziare le differenze tra le varie tesi considerate (Fig. 28).

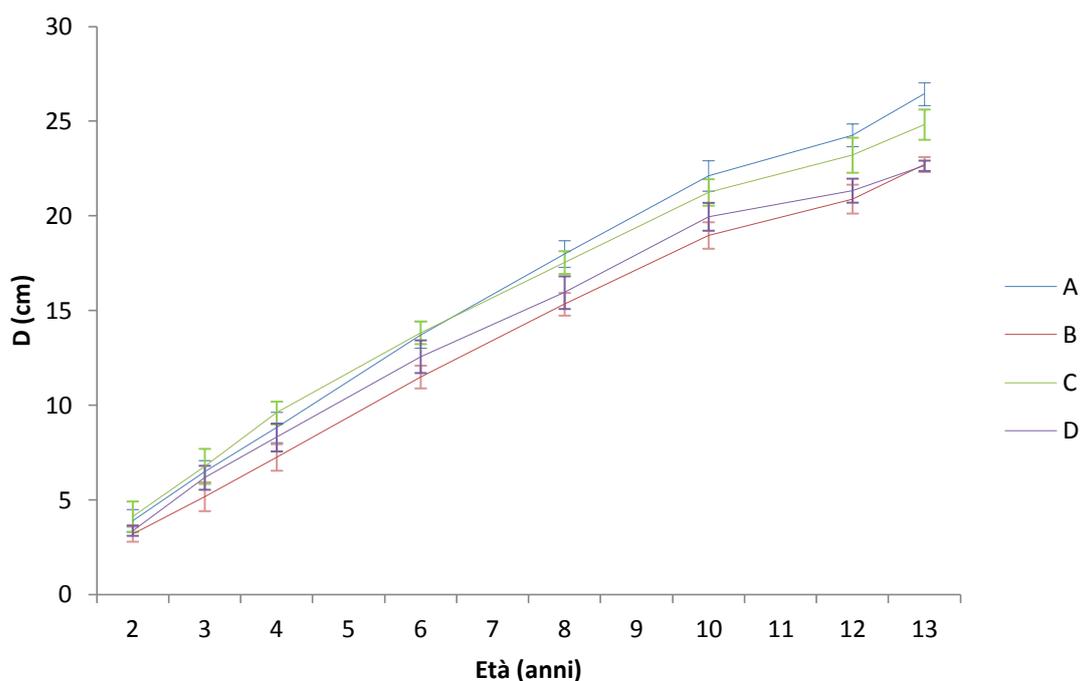


Figura 26 Variazione dell'accrescimento diametrico del noce in relazione alle tesi nel periodo osservato per l'impianto monocoltivo di San Matteo delle Chiaviche (MN). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

L'HSD evidenzia sostanzialmente due gruppi (Tab. 10). I maggiori accrescimenti si hanno nella tesi A (noce in purezza) e nella tesi C (noce in consociazione con ontano al 50%) con valori che si aggirano intorno ai 14 cm. Le tesi B e D raggiungono valori intorno ai 12 cm (Tab. 9).

Tale trend è confermato a 13 anni dall'impianto, dove il noce nelle tesi A e C ha avuto un accrescimento maggiore, con valori che si aggirano intorno ai 25,5 cm (Tab. 10).

Tabella 10 - Risultati dell'ANOVA e del test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) per il diametro del noce a 6 e 13 anni di età per l'impianto monocoltivo di San Matteo delle Chiaviche (MN).

Tesi	D_6 anni			D_13 anni		
	Medie (cm)	\pm SE	HSD	Medie (cm)	\pm SE	HSD
A (P)	13,7	0,7	a	26,4	0,6	a
B (50E)	11,5	0,6	b	22,7	0,4	b
C (50A)	13,8	0,6	a	24,8	0,8	a
D (66EA)	12,6	0,9	b	22,7	0,3	b
ANOVA	GdL	F	P-value	GdL	F	P-value
Intercetta	1	6849,393	0,0000	1	9828,583	0,0000
Tesi	3	12,297	0,0000	3	12,673	0,0000

Altezze – L'ANOVA per le altezze non mostra differenze significative per nessuna delle tesi a nessuna età della piantagione. Le altezze seguono un trend di crescita costante e

uguale per tutte le tesi considerate (Fig. 29).

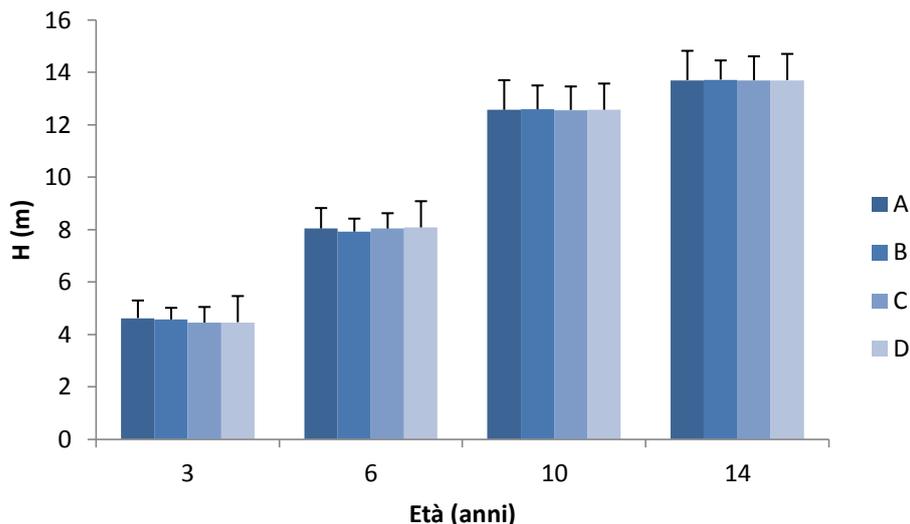


Figura 27 Variazione dell'accrescimento in altezza del noce in relazione alle tesi, per l'impianto di San Matteo delle Chiaviche (MN). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

3.4 POLICICLICO A FILE SINGOLE MELETI (LO)

In questo paragrafo sono illustrati i valori di accrescimenti del noce e del pioppo per l'impianto policiclico a file singole di Meleti. Per il noce si userà effettuata un'ANOVA fattoriale e confronto delle medie con il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$) sulla base dei blocchi/distanze a 5 e 10 anni di età per il diametro e a 5 e 9 anni di età per le altezze (presenza di tre blocchi 1, 2, 3 e distanze tra i noci a 6, 7 e 8 metri nella fila). L'ANOVA fattoriale e blocchi/consociazione interesserà solo il quinto anno, sia per il diametro che per l'altezza, poiché a 5 anni la biomassa è stata tagliata e le ceppaie distrutte, eliminando l'effetto di interazione che avevano con il noce. Le specie da biomassa, considerate nell'analisi, sono descritte a pagina 49 (capitolo materiali e metodi).

Per il pioppo sarà effettuata un'ANOVA fattoriale blocchi/distanze (tre blocchi 1, 2 e 3 e distanze tra i pioppi di 4, 5 e 6 metri), Il confronto delle medie è stato effettuato attraverso il test HSD di Tukey per campioni diseguali per il diametro a 10 anni e per l'altezza al nono anno di età. Si è ritenuto ininfluenza l'effetto della consociazione, vista la rapidità di crescita dell'ibrido I214.

3.4.1 NOCE

Diametri a 5 anni - L'ANOVA fattoriale a 5 anni sul diametro del noce, considerando i blocchi e le distanze, risulta essere significativa per entrambe, mentre non risulta essere significativa l'interazione tra le due variabili indipendenti considerate (Tab. 11).

Tabella 11 Risultati dell'ANOVA fattoriale del diametro del noce a 5 anni di età, sulla base dei blocchi e delle distanze per l'impianto policiclico a file singole di Meleti (LO).

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	22120,58	1	22120,58	8985,138	0,0000
Blocco	128,50	2	64,25	26,097	0,0000
Distanza	30,42	2	15,21	6,178	0,0024
Blocco x distanza	18,76	4	4,69	1,905	0,1104
Errore	573,62	233	2,46		

Il test HSD a 5 anni, sulla base dei blocchi, mostra come il noce nel blocco 2 sia quello più sviluppato con un valore di 10,5 cm. Il noce nel blocco 1 è quello meno sviluppato con un valore di 8,8 cm (Tab. 11).

Tabella 12 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione al blocco.

Blocco	Dmedio_5anni (cm)	±SE	HSD
1	8,8	0,4	b
3	10,2	0,4	a
2	10,5	0,5	a

Il test HSD a 5 anni, in base alla distanza nella fila, mostra come il noce a 7 metri si sviluppa di più con un valore di 10,3 cm. Il noce a 6 metri è quello meno sviluppato con un valore di 9,6 cm (Tab. 13).

Tabella 13 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione alla distanza.

Distanza	Dmedio_5 anni (cm)	±SE	HSD
6	9,6	0,4	c
8	9,7	0,5	bc
7	10,3	0,4	a

Il test HSD a 5 anni, in base all'effetto dell'interazione dei blocchi e delle distanze mostra come l'accrescimento del noce, nonostante la significatività dell'ANOVA sia significativa per l'interazione delle due componenti, dipenda dai blocchi (Tab. 14).

Tabella 14 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione all'interazione tra blocchi e distanze.

Interazione		Dmedio_5 anni (cm)	±SE	HSD
Blocco	Distanze			
1	8	8,1	0,3	c
1	6	8,5	0,4	bc
1	7	9,5	0,5	abc
2	6	9,9	0,5	abc
3	8	10,0	0,4	ab
3	6	10,1	0,4	ab
3	7	10,6	0,4	a
2	7	10,8	0,3	a
2	8	10,9	0,4	a

L'ANOVA fattoriale a 5 anni sul diametro del noce, considerando i blocchi e le consociazioni, risulta essere significativa per entrambe le variabili (blocco e consociazione). Risulta essere significativa anche l'interazione tra le due variabili indipendenti considerate (Tab. 15).

Tabella 15 Risultati dell'ANOVA fattoriale del diametro del noce a 5 anni di età, sulla base dei blocchi e delle consociazioni per l'impianto policiclico a file singole di Meleti (LO).

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	19235,32	1	19235,32	10302,69	0,0000
Blocco	107,49	2	53,74	28,79	0,0000
Consociazione	92,72	6	15,45	8,28	0,0000
Blocco x consociazione	98,58	12	8,21	4,40	0,0000
Errore	412,61	221	1,87		

Il test HSD a 5 anni, sulla base della consociazione, mostra come il noce consociato con platano sia quello che si accresce maggiormente, con un valore di 10,8 cm. Il noce consociato con il pioppo mostra gli accrescimenti minori con un valore di 8,5 cm. Tutti gli altri accrescimenti si attestano tra valori di 9,5 e 10,5 cm (Tab. 16).

Tabella 16 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione alla consociazione.

Consociazione	Dmedio_5 anni (cm)	\pm SE	HSD
Pioppo	8,5	0,9	c
Olmo	9,5	0,8	bc
Nocciolo	9,5	0,7	bc
Frassino	9,7	0,8	bc
Carpino nero	10,5	0,7	ab
Carpino bianco	10,5	0,8	ab
Platano	10,8	0,8	a

Tabella 17 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione alla interazione tra blocco e consociazione.

Blocco	Interazione Consociazione	Dmedi_5 anni (cm)	\pm SE	HSD
1	Pioppo	7,0	0,6	e
1	Nocciolo	7,0	0,7	e
1	Carpino bianco	8,8	0,5	de
2	Pioppo	8,8	0,6	de
3	Pioppo	9,0	0,6	de
1	Carpino nero	9,2	0,6	cde
3	Carpino bianco	9,2	0,4	cde
1	Olmo	9,2	0,9	cde
1	Frassino	9,3	1	bcd
2	Frassino	9,3	1,1	bcd
2	Olmo	9,4	0,9	bcd
3	Olmo	9,7	0,9	bcd
1	Platano	9,9	0,9	abc
3	Frassino	10,1	1	abc
3	Carpino nero	10,4	0,6	abc
2	Platano	10,7	0,6	abc
2	Nocciolo	11,1	0,4	abc
3	Nocciolo	11,2	0,9	abc
2	Carpino nero	11,2	1	ab
3	Platano	11,3	1,1	ab
2	Carpino bianco	11,8	0,9	a

Il test HSD a 5 anni, sulla base dell'interazione, mostra come il noce cresca più nei blocchi 2 e 3; il noce che si trova nel blocco 1 è quello che cresce meno, indipendentemente dalla consociazione (Tab. 17).

Diametri a 10 anni - A 10 anni, visto il taglio e la distruzione della biomassa verificatesi al quinto anno, si è realizzata l'ANOVA fattoriale valutando solamente l'effetto dei blocchi e delle distanze tra il noce nella fila. L'ANOVA fattoriale, risulta significativa solo per le due variabili considerate (blocco e distanza) mentre la loro interazione non risulta essere significativa (Tab. 18).

Tabella 18 Risultati dell'ANOVA fattoriale per il diametro del noce a 10 anni di età, sulla base dell'interazione tra blocco e distanza, per l'impianto policiclico a file singole di Meleti (LO).

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	59646,76	1	59646,76	14187,14	0,0000
Blocco	272,10	2	136,05	32,36	0,0000
Distanza	54,03	2	27,02	6,43	0,0019
Blocco x distanza	26,18	4	6,54	1,56	0,1867
Errore	979,60	233	4,20		

Il test HSD a 10 anni, in base dei blocchi mostra come il noce nel blocco 2 e 3 mostri accrescimenti maggiori, con valori medi rispettivamente di 16,8 e 16,9 cm. Il noce nel blocco 1, conferma l'accrescimento minore come già osservato a 5 anni, con un valore medio a 10 anni di età di 14,6 cm (Tab. 19).

Tabella 19 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 10 anni, per il diametro del noce in relazione ai blocchi.

Blocco	Dmedio_10 anni (cm)	±SE	HSD
1	14,6	0,4	b
2	16,8	0,5	a
3	16,9	0,4	a

Il test HSD a 10 anni, in base alla distanza tra le piante di noce lungo il filare, mostra come il noce a 7 metri mostri accrescimenti significativamente maggiori (16,7 cm) rispetto a quello allevato a 6 m (15.7 cm).

Tabella 20 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 10 anni, per il diametro del noce in relazione alle distanze.

Distanze	Dmedio_10 anni (cm)	\pm SE	HSD
6	15,7	0,7	b
8	16,3	0,7	ab
7	16,7	0,6	a

Il noce allevato a 8 m presenta valori intermedi (16.34) omogenei con ambedue le altre distanze. (Tab. 20) confermando il trend di crescita illustrato all'età di 5 anni (Fig. 30).

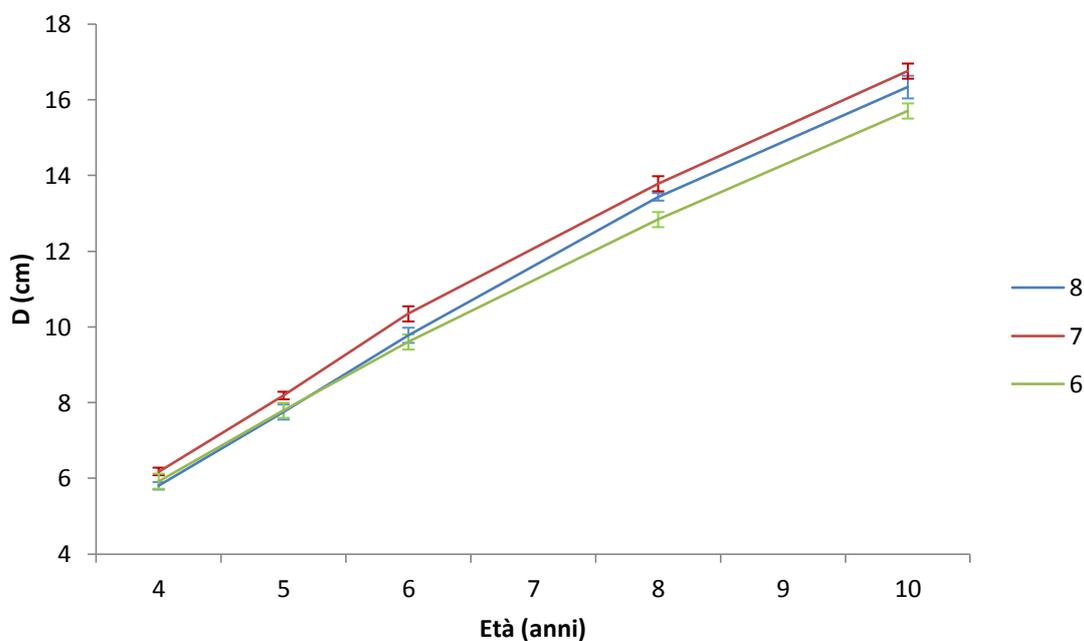


Figura 28 Variazione dell'accrescimento diametrico del noce in relazione alle distanze nel periodo osservato per l'impianto policiclico e file singole di meleti (LO). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

Pur risultando dall'ANOVA l'interazione (blocco x distanze) non significativa, il test HSD, data la maggiore sensibilità, evidenzia accrescimenti significativamente superiori nei noci allevati a distanze di 8 m del blocco 2 e di quelli allevati a 7 m nel blocco 3, rispetto a in particolare a quelli del blocco 1 allevati sia a distanze di 8 che di 6 m (Tab. 21).

Tabella 21 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per il diametro del noce in relazione all'interazione tra blocchi e distanze.

Interazione	Dmedio_10 anni	\pm SE	HSD
Blocco Distanze	(cm)		
1 8	13,9	0,5	c
1 6	14,1	0,4	c
1 7	15,4	0,4	bc
2 6	16,0	0,4	abc
3 6	16,5	0,3	ab
3 8	16,9	0,4	ab
2 7	17,2	0,5	ab
3 7	17,4	0,3	a
2 8	17,5	0,3	a

Altezze a 5 anni - L'ANOVA fattoriale a 5 anni sull'altezza del noce, sulla base dei blocchi e delle distanze, non risulta essere significativa per la distanza, mentre risultano esserci differenze significative sulla base del blocco. Risulta essere significativa anche l'interazione tra le due componenti (Tab. 22).

Tabella 22 Risultati dell'ANOVA fattoriale in relazione ai blocchi e alle distanze per l'altezza del noce a 5 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO).

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	12788,99	1	12788,99	8139,353	0,0000
Blocco	54,54	2	27,27	17,354	0,0000
Distanza	5,87	2	2,94	1,868	0,1572
Blocco x distanza	16,84	4	4,21	2,680	0,0330
Errore	296,97	189	1,57		

L'HSD per il blocco mostra, come nel caso del diametro, che gli accrescimenti maggiori si hanno nel blocco 2 e 3 con valori rispettivamente di 8,9 e 8,5 metri. Il noce nel blocco 1 raggiunge i 7,6 metri di altezza (Tab. 23).

Tabella 23 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per l'altezza del noce in relazione ai blocchi.

Blocco	Hmedie_5 anni	\pm SE	HSD
	(m)		
1	7,6	0,4	b
3	8,5	0,5	a
2	8,9	0,4	a

L'HSD in relazione alle distanze non mostra differenze significative tra i gruppi, con valori medi che si aggirano tra gli 8,5 metri e gli 8,2 metri (Tab.24).

Tabella 24 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per l'altezza del noce in relazione alla distanza.

Distanze	Medie a 5 anni (m)	\pm SE	HSD
8	8,2	0,4	a
6	8,2	0,3	a
7	8,5	0,3	a

Tale fatto si conferma anche nell'HSD sull'interazione delle due variabili, dove i maggiori accrescimenti in altezza si hanno nei blocchi 2 e 3. Tale fatto indica che l'effetto delle distanze a questa età sia ininfluente (Tab. 25).

Tabella 25 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per l'altezza del noce in relazione alla interazione tra blocchi e distanze.

Interazione	Hmedio_5 anni	\pm SE	HSD
Blocco Distanze	(m)		
1 8	7,1	0,5	c
1 6	7,2	0,5	bc
1 7	8,3	0,3	ab
3 7	8,4	0,4	ab
3 8	8,5	0,4	ab
3 6	8,6	0,5	ab
2 6	8,6	0,2	ab
2 7	8,9	0,4	a
2 8	9,1	0,3	a

L'ANOVA fattoriale a 5 anni sull'altezza del noce, sulla base dei blocchi e delle consociazioni, risulta essere significativa sia per effetto dei blocchi (come illustrato in precedenza) e della consociazione. Risulta essere significativa anche l'interazione tra le due componenti (Tab. 26).

Tabella 26 Risultati dell'ANOVA fattoriale in relazione ai blocchi e alle consociazioni per l'altezza del noce a 5 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO).

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	8448,223	1	8448,223	6406,853	0,0000
Blocco	42,474	2	21,237	16,106	0,0000
Consociazione	26,535	6	4,423	3,354	0,0037
Blocco x consociazione	58,095	12	4,841	3,671	0,0001
Errore	233,396	177	1,319		

L'HSD per la consociazione, mostra come il noce consociato con platano e carpino bianco, raggiunga le altezze maggiori a 5 anni, con valori rispettivamente di 8,8 e 9 metri. Gli accrescimenti in altezza minori si hanno con il frassino ossifillo, con un valore medio di 7,8 metri (Tab. 27).

Tabella 27 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per l'altezza del noce in relazione alla consociazione.

Consociazione	Hmedie_5 anni (m)	\pm SE	HSD
Frassino	7,8	0,4	b
Nocciolo	7,9	0,4	ab
Pioppo	8,2	0,2	ab
Carpino nero	8,4	0,3	ab
Olmo	8,6	0,3	ab
Platano	8,8	0,3	a
Carpino bianco	9,0	0,2	a

Tabella 28 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 anni, per l'altezza del noce in relazione alla interazione tra blocco e consociazione.

Blocco	Interazione Consociazione	Hmedie_5 anni (m)	\pm SE	HSD
1	Nocciolo	6,6	0,5	c
1	Pioppo	6,7	0,5	bc
1	Carpino bianco	6,7	0,6	bc
2	Frassino	7,0	0,6	bc
1	Carpino nero	7,4	0,7	bc
3	Frassino	7,7	0,5	bc
1	Platano	7,9	0,6	bc
1	Olmo	8,2	0,7	b
1	Frassino	8,2	0,6	b
3	Carpino bianco	8,3	0,4	b
3	Carpino nero	8,3	0,6	b
2	Pioppo	8,4	0,6	b
2	Nocciolo	8,5	0,6	b
2	Olmo	8,8	0,6	ab
3	Olmo	8,9	0,6	ab
3	Platano	8,9	0,7	ab
2	Carpino nero	9,0	0,5	ab
3	Nocciolo	9,2	0,6	ab
3	Pioppo	9,5	0,6	ab
2	Carpino bianco	9,7	0,7	a
2	Platano	9,8	0,4	a

L'HSD dell'interazione conferma il fatto che il blocco risulta essere maggiormente influente sul peso delle medie, poiché le altezze maggiori sono individuabili nei blocchi 2 e 3 (Tab. 28) in particolare valori medi più elevati in altezza si sono ottenuti dal noce allevato in consociazione con il platano nel blocco 2 mentre i peggiori si sono rilevati dal noce allevato con il nocciolo nel blocco 1 .

Altezze a 9 anni – A 9 anni, visto il taglio e la distruzione della biomassa come descritto per il diametro, si è realizzata l'ANOVA solamente per valutare l'effetto, sull'accrescimento in altezza del noce a 9 anni, dei blocchi e delle distanze tra il noce nella fila. L'ANOVA fattoriale, mostra differenze significative delle due variabili e della loro interazione (Tab. 29).

Tabella 29 Risultati dell'ANOVA fattoriale per l'altezza del noce a 9 anni di età per l'impianto policiclico a file singole in relazione ai blocchi e alla distanza di Meleti (LO).

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	27303,34	1	27303,34	8096,870	0,0000
Blocco	296,65	2	148,33	43,986	0,0000
Distanza	35,11	2	17,55	5,206	0,0061
Blocco x distanza	33,34	4	8,33	2,472	0,0453
Errore	785,70	233	3,37		

L'HSD a 9 anni mostra come il noce nei blocchi 2 e 3 abbia accrescimenti in altezza significativamente maggiori con valori rispettivamente di 11,9 e 11,4 metri. Il noce nel blocco 1 mostra incrementi minori con un valore medio di 9,3 metri (Tab. 30).

Tabella 30 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del noce in relazione ai blocchi.

Blocco	H medie_9 anni (m)	±SE	HSD
1	9,3	0,6	b
3	11,4	0,4	a
2	11,9	0,4	a

L'HSD a 9 anni mostra come il noce a 8 metri ottenga accrescimenti in altezza maggiori con un valore di 11,5 metri. Il noce a 6 metri mostra incrementi minori con un valore medio di 10,5 metri (Tab. 31).

Tabella 31 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del noce in relazione alla distanza.

Distanze	Hmedie_9 anni (m)	\pm SE	HSD
6	10,5	0,4	b
7	11,1	0,5	ab
8	11,5	0,3	a

Si noti come si inverte il trend a partire dal quinto anno, quando il noce a 8 metri mostrava incrementi in altezza minori rispetto alle altre due distanze (Fig. 31).

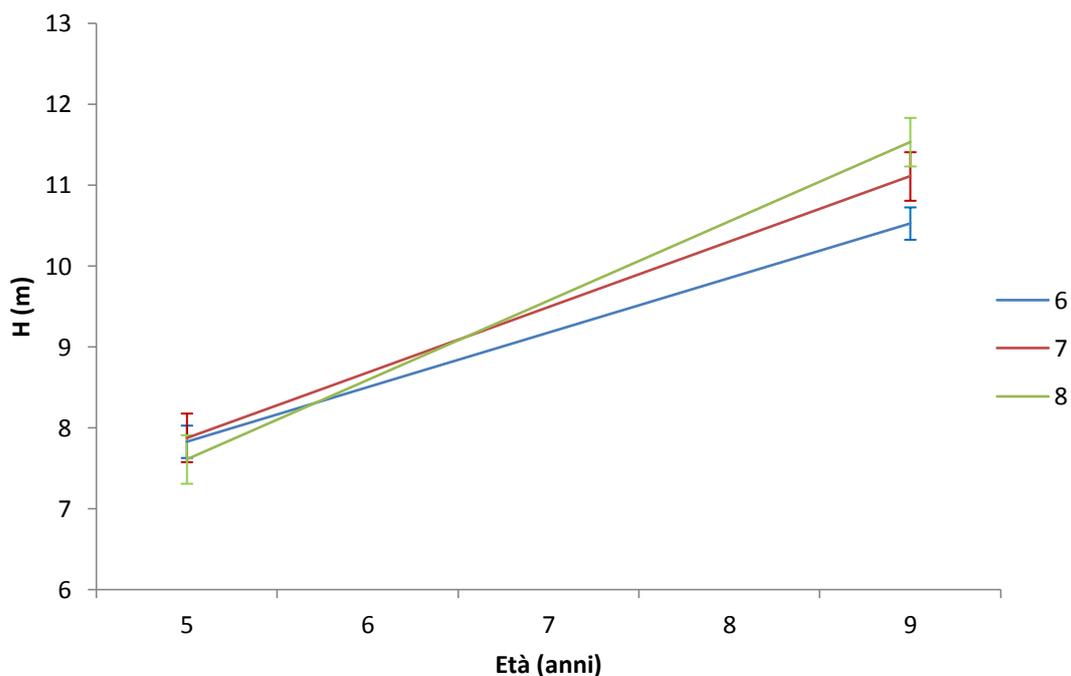


Figura 29 Variazione dell'accrescimento in altezza del noce in relazione alle distanze a 5 e 9 anni, per l'impianto di Meleti (LO). Le barre rappresentano l'errore standard della media.

L'HSD dell'interazione delle due variabili (blocchi x distanze) evidenzia che l'accrescimento in altezza è migliore nei blocchi 2 e 3 alle maggiori distanze (7 e 8 metri). I migliori accrescimenti si hanno nel blocco 2 alla distanza di 8 metri con un valore medio di 12,9 metri (Tab. 32).

Tabella 32 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del noce in relazione alla interazione tra blocchi e distanze.

Interazione		H medie_10 anni	\pm SD	HSD
Blocco	Distanze	(m)		
1	8	8,8	0,5	d
1	6	9,0	0,4	d
1	7	9,9	0,5	cd
3	6	10,9	0,3	bc
2	6	11,2	0,3	abc
3	7	11,3	0,4	abc
2	7	11,9	0,5	ab
3	8	12,2	0,4	ab
2	8	12,9	0,3	a

3.4.2 PIOPPO

Diametri a 10 anni – L'ANOVA fattoriale in relazione ai blocchi e alle distanze a cui è posto il noce nella fila, risulta essere significativa per entrambi i fattori e anche per l'interazione tra loro (Tab. 33).

Tabella 33 Risultati dell'ANOVA fattoriale per il diametro del pioppo a 10 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file singole.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	380412,9	1	380412,9	29709,84	0,0000
Blocco	338,2	2	169,1	13,21	0,0000
Distanze	265,3	2	132,7	10,36	0,0000
Blocco x distanze	477,6	4	119,4	9,32	0,0000
Errore	4814,4	376	12,8		

L'HSD a 10 anni, in relazione ai blocchi, mostra che l'accrescimento del pioppo è maggiore nel blocco 3, con un diametro di 35,6 cm. Il pioppo nel blocco 2 e blocco 1 raggiungono valori medi rispettivamente di 34,3 e 33,2 cm (Tab. 34).

Tabella 34 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 10 anni, per il diametro del pioppo in relazione ai blocchi.

Blocco	D medio_10 anni	\pm SE	HSD
	(cm)		
1	33,2	0,3	b
3	34,3	0,4	b
2	35,6	0,4	a

Per quanto riguarda l'effetto delle distanze, a 10 anni i valori maggiori vengono raggiunti dal pioppo a 6 metri (36,3 cm). Il pioppo a 5 e 4 metri hanno accrescimenti minori con valori rispettivamente di 34,2 e 33,6 cm (Tab. 35).

Tabella 35 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 10 anni, per il diametro del pioppo in relazione alle distanze.

Blocco	D medio_10 anni (cm)	\pm SE	HSD
4	33,6	0,3	b
5	34,2	0,2	b
6	36,3	0,4	a

L'effetto dell'interazione blocco per distanza, indica che il pioppo nel blocco 2 posto a 6 metri, è quello che raggiunge valori medi di accrescimento maggiori, con un diametro a 10 anni di 39,5. Il pioppo a 5 metri nel blocco 1 è quello meno sviluppato con un valore medio di 32,6 cm (Tab. 36).

Tabella 36 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 10 anni, per il diametro del pioppo in relazione alla interazione tra blocchi e distanze.

Interazione		D medio_10 anni (cm)	\pm SD	HSD
Blocco	Distanza			
1	5	32,6	0,7	c
3	4	33,3	0,5	bc
2	4	33,7	1,0	bc
1	4	34,0	0,5	bc
1	6	34,0	0,5	bc
3	6	34,6	0,6	bc
2	5	35,0	0,5	b
3	5	35,5	0,5	b
2	6	39,5	0,6	a

Altezze a 9 anni –L'ANOVA fattoriale delle altezze mostra un effetto significativo sia da parte del blocco che da parte delle distanze. Anche l'interazione tra le due componenti risulta essere significativa sull'altezza a 9 anni del pioppo (Tab. 37).

Tabella 37 Risultati dell'ANOVA a effetti principali per l'altezza del pioppo a 9 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file singole.

Effetto (9 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	163916,7	1	163916,7	41650,83	0,0000
Blocco	204,6	2	102,3	26,00	0,0000
Distanze	77,1	2	38,5	9,79	0,0001
Blocco x distanze	337,6	4	84,4	21,45	0,0000
Errore	1479,7	376	3,9		

L'HSD a 9 anni, in relazione ai blocchi, mostra che l'accrescimento in altezza del pioppo è maggiore nel blocco 2, con un valore medio di 23,5 m. Il pioppo nel blocco 3 e blocco 1 raggiungono valori medi rispettivamente di 23,2 e 21,7 m (Tab. 38).

Tabella 38 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del pioppo in relazione ai blocchi.

Blocco	H medie_9anni (m)	\pm SE	HSD
1	21,7	0,2	b
3	23,2	0,2	a
2	23,5	0,2	a

Per quanto riguarda l'effetto delle distanze, a 9 anni i valori maggiori vengono raggiunti dal pioppo a 5 metri (23,2 m). Il pioppo a 4 e 6 metri hanno accrescimenti minori con valori rispettivamente di 22,8 e 22,5 m (Tab. 39).

Tabella 39 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del pioppo in relazione ai blocchi.

Distanze	H medie_9 anni (m)	\pm SE	HSD
6	22,5	0,2	b
4	22,8	0,2	ab
5	23,2	0,2	a

L'effetto dell'interazione blocco per distanza, indica che il pioppo nel blocco 3 posto a 5 metri, è quello che raggiunge valori medi di accrescimento maggiori, con un'altezza media a 9 anni di 25,5 m. Il pioppo a 6 metri nel blocco 1 è quello meno sviluppato con un valore medio di 20,4 m (Tab. 40).

Tabella 40 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 9 anni, per l'altezza del pioppo in relazione alla interazione tra blocchi e distanze.

Interazione		H medie_ 9anni (m)	±SE	HSD
Blocco	Distanza			
1	6	20,4	0,4	c
1	5	21,6	0,3	c
3	6	22,1	0,5	bc
3	4	22,2	0,3	bc
1	4	22,6	0,3	abc
2	5	23,1	0,4	bc
2	4	23,6	0,3	b
2	6	23,9	0,3	b
3	5	25,5	0,3	a

3.5 POLICICLICO A FILE BINATE MELETI (LO)

In questo paragrafo sono illustrati i valori di accrescimenti del noce e del pioppo per l'impianto policiclico a file binate di Meleti. Per il noce verrà effettuata un'ANOVA a effetti principali e confronto delle medie con il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$) sulla base della distanze/consociazione a 5 e 10 anni di età per il diametro e a 5 e 9 anni di età per le altezze.

Per il pioppo sarà effettuata lo stesso un'ANOVA a una via considerando come variabile solo le distanze a cui è posto il pioppo (5 e 6 metri), vista l'eterogeneità delle biomasse presente ai lati del pioppo e data anche la sua velocità di accrescimento rispetto alle biomasse. Il confronto delle medie attraverso il test HSD di Tukey per campioni diseguali per il diametro a 10 anni e per l'altezza al nono anno di età. Si è ritenuto ininfluenza l'effetto della consociazione, vista la rapidità di crescita dell'ibrido I214.

3.5.1 NOCE

Diametri - L'ANOVA a effetti principali a 5 anni sul diametro del noce non risulta essere significativa per la distanza, ma solamente per il tipo di consociazione (Tab. 41).

Tabella 41 Risultati dell'ANOVA a effetti principali per il diametro del noce a 5 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate.

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	4970,127	1	4970,127	1449,516	0,0000
Distanza	0,025	1	0,025	0,007	0,9327
Consociazione	31,482	1	31,482	9,182	0,0033
Errore	264,019	77	3,429		

Lo stesso vale per l'ANOVA a effetti principali a 10 anni, dove l'accrescimento diametrico del noce è influenzato solamente dalla consociazione (Tab. 42).

Tabella 42 Risultati dell'ANOVA a effetti principali per il diametro del noce a 10 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	18757,88	1	18757,88	3938,010	0,0000
Distanza	0,00	1	0,00	0,001	0,9770
Consociazione	65,70	1	65,70	13,794	0,0004
Errore	366,77	77	4,76		

L'HSD a 5 anni indica che il noce a 8 metri mostra accrescimenti diametrici maggiori con un valore medio di 9,6 cm. Stesso discorso vale a 10 anni, dove il noce a 8 metri mostra accrescimenti maggiori rispetto al noce consociato con carpino, con un valore di 18,2 cm (Tab. 43).

Tabella 43 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 e 10 anni, per il diametro del noce in relazione alla distanza.

Distanza	D medio_5 anni (cm)	±SE	HSD	D medio_10 anni (cm)	±SE	HSD
6	8,0	0,7	b	15,8	0,7	b
8	9,6	0,8	a	18,2	0,7	a

L'HSD a 5 anni indica che il noce consociato con nocciolo mostra accrescimenti diametrici maggiori con un valore medio di 9,6 cm. Stesso discorso vale a 10 anni, dove

il noce consociato con nocciolo ha accrescimenti maggiori rispetto al noce consociato con carpino, con un valore di 18 cm (Tab. 44).

Tabella 44 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 e 10 anni, per il diametro del noce in relazione alla consociazione.

Consociazione	D medio_5anni (cm)	±SE	HSD	D medio_10 anni (cm)	±SE	HSD
Carpino nero	7,7	0,6	b	15,8	0,7	b
Nocciolo	9,6	10,9	a	18,0	0,5	a

Altezze - L'ANOVA a effetti principali a 5 anni sull'altezza del noce risulta essere significativa solamente per effetto della consociazione (Tab. 45).

Tabella 45 Risultati dell'ANOVA a effetti principali per l'altezza del noce a 5 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate.

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	3981,806	1	3981,806	1485,412	0,0000
Distanza	0,009	1	0,009	0,003	0,9549
Consociazione	24,661	1	24,661	9,200	0,0033
Errore	203,726	76	2,681		

Anche a 9 anni, l'effetto delle distanze non è significativo, ma risulta essere significativo solamente l'effetto della consociazione (Tab. 46).

Tabella 46 Risultati dell'ANOVA a effetti principali per l'altezza del noce a 9 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate.

Effetto (9 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	8122,236	1	8122,236	2918,725	0,0000
Distanza	0,000	1	0,000	0,000	0,9968
Consociazione	12,623	1	12,623	4,536	0,0364
Errore	214,276	77	2,783		

Anche in questo caso però il test HSD evidenzia differenze significative tra i valori medi di altezza del noce a 5 anni per le due distanze. Il noce a 8 metri mostra accrescimenti in altezza maggiori con un valore medio di 8,6 m. Stesso discorso vale a 9 anni, dove il noce a 8 metri (11,6 m), raggiunge altezze maggiori rispetto al noce allevato con distanza di 6 m (10,6 m) (Tab. 47).

Tabella 47 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 e 9 anni, per l'altezza del noce in relazione alla distanza.

Distanza	H media_5 anni (m)	±SE	HSD	H media_9 anni (m)	±SE	HSD
6	7,2	0,6	b	10,6	0,5	b
8	8,6	0,5	a	11,6	0,7	a

L'HSD a 5 anni indica che il noce consociato con nocciolo mostra accrescimenti in altezza maggiori, con un valore medio di 8,6 m, rispetto al carpino nero. Stesso discorso vale a 9 anni, dove il noce consociato con nocciolo ha accrescimenti maggiori rispetto al noce consociato con carpino, con un valore di 11,7 m (Tab. 48).

Tabella 48 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), all'età di 5 e 9 anni, per l'altezza del noce in relazione alla consociazione

Consociazione	H media_5 anni (m)	±SE	HSD	H media_9 anni (m)	±SE	HSD
Carpino nero	6,9	0,7	b	10,4	0,5	b
Nocciolo	8,6	0,4	a	11,7	0,4	a

3.5.2 PIOPPO

Diametri - L'ANOVA a una via in relazione alle distanze di impianto, a 10 anni sul diametro del pioppo, non risulta essere significativa (Tab. 49).

Tabella 49 Risultati dell'ANOVA a una via per il diametro del pioppo a 10 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate, per effetto delle distanze.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	96916,28	1	96916,28	3878,121	0,0000
Distanze	34,98	1	34,98	1,400	0,2392
Errore	2798,94	112	24,99		

L'HSD a 10 anni indica che il pioppo con distanze di 5 metri raggiunge accrescimenti maggiori, con un valore medio di 30 cm. Il pioppo a 6 metri arriva a un diametro medio di 28,9 cm (Tab. 50).

Tabella 50 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), 10 anni, per il diametro del pioppo in relazione alle distanze.

Distanze	Dmedio_10 anni (cm)	\pm SE	HSD
6	28,9	0,2	a
5	30,0	0,2	a

Visto i risultati riportati in tabella 49, che risultano abbastanza anomali si è deciso di effettuare l'ANOVA a una via in relazione alle ai singoli filari e alla loro posizione (interna ed esterna) che costituiscono l'impianto binato. L'effetto risulta essere significativo (Tab. 51).

Tabella 51 Risultati dell'ANOVA a una via per il diametro del pioppo a 10 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate, per effetto dei singoli filari.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	93045,48	1	93045,48	5182,229	0,0000
Filare	840,94	2	420,47	23,418	0,0000
Errore	1992,97	111	17,95		

L'HSD in relazione al filare evidenzia che c'è una grande differenza tra la fila a 6 metri esterna e quella a 6 metri interna (Tab. 52).

Tabella 52 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$), 10 anni, per il diametro del pioppo in relazione al singolo filare.

Filare	Dmedio_10 anni (cm)	\pm SE	HSD
6 esterna	26,2	0,2	c
5 interna	30,0	0,2	b
6 interna	33,5	0,3	a

Altezze- L'ANOVA a una via in relazione alle distanze a 9 anni sull'altezza del pioppo non risulta essere significativa (Tab. 53).

Tabella 53 Risultati dell'ANOVA a una via per l'altezza del pioppo a 9 anni di età per l'impianto policiclico di Meleti (LO) a file binate, per effetto delle distanze.

Effetto (9 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	39503,75	1	39503,75	7341,107	0,000000
Distanze	28,95	1	28,95	5,379	0,022189
Errore	602,69	112	5,38		

L'HSD a 5 anni indica che il pioppo con distanze di 5 metri raggiunge accrescimenti maggiori in altezza, con un valore medio di 19,3 m. Il pioppo a 6 metri arriva a un'altezza media di 18,3 m (Tab. 54).

Tabella 54 Test HSD per campioni diseguali ($p < 0,05$) a 9 anni per l'altezza del pioppo in relazione alla distanza.

Distanze	H 9 anni (m)	\pm SE	HSD
6	18,3	0,4	b
5	19,3	0,4	a

3.6 IL CONFRONTO TRA I MONOCICLICI

Il confronto complessivo tra gli impianti monociclici è stato fatto eseguendo la PCA e l'ANOVA fattoriale per le due età di riferimento di 6 e 13 anni. L'ANOVA fattoriale è stata condotta usando come variabili dipendenti la fertilità e le due tesi presenti in tutte e tre le situazioni di fertilità quali noce in purezza e noce consociato con eleagno al 50%.

Confronto a 6 anni - In tabella 55 sono riportati il valore degli autovalori di ciascun fattore e la percentuale della varianza spiegata. Sulla base degli autovalori, i primi due fattori sono sufficienti per analizzare i processi poiché spiegano l'84 % della varianza del campione a 6 anni.

Tabella 55 Autovalori e % varianza spiegata dai vari fattori o componenti a 6 anni.

Fattore	Autovalore	% varianza	% varianza cumulativa
1	3,275	54,587	54,587
2	1,789	29,822	84,409
3	0,549	9,146	93,555
4	0,235	3,911	97,466
5	0,125	2,080	99,546
6	0,027	0,453	100

I biplot della matrice di correlazione nelle figure 32 e 33 mostra un buon parallelismo tra la percentuale di azotofissatrici (%N) e le specie consociate (Cons) lungo la componente 1, e quindi associabili ad essa; mentre sono abbastanza paralleli il diametro a 6 anni (D_6), il sesto, l'indice di aridità (Ia) e la fertilità (Fer) con la componente 2 e quindi associabili ad essa.

La figura 32 mostra i dati raggruppati sulla base della fertilità, dove il verde rappresenta l'impianto di Mantova, il blu l'impianto di Pesaro e il rosso l'impianto del Valdarno; si noti come i tre gruppi siano molto distinti tra di loro lungo la componente 1.

In figura 33 vengono illustrati i dati sulla base della percentuale di azotofissatrici consociate con il noce, nei vari impianti e per tesi. Il verde rappresenta il noce in purezza, il blu la consociazione con il 50% di azotofissatrici, il viola la consociazione con il 66% di azotofissatrici e il rosso la consociazione al 75%. Si noti come i gruppi siano variabili lungo la componente 2.

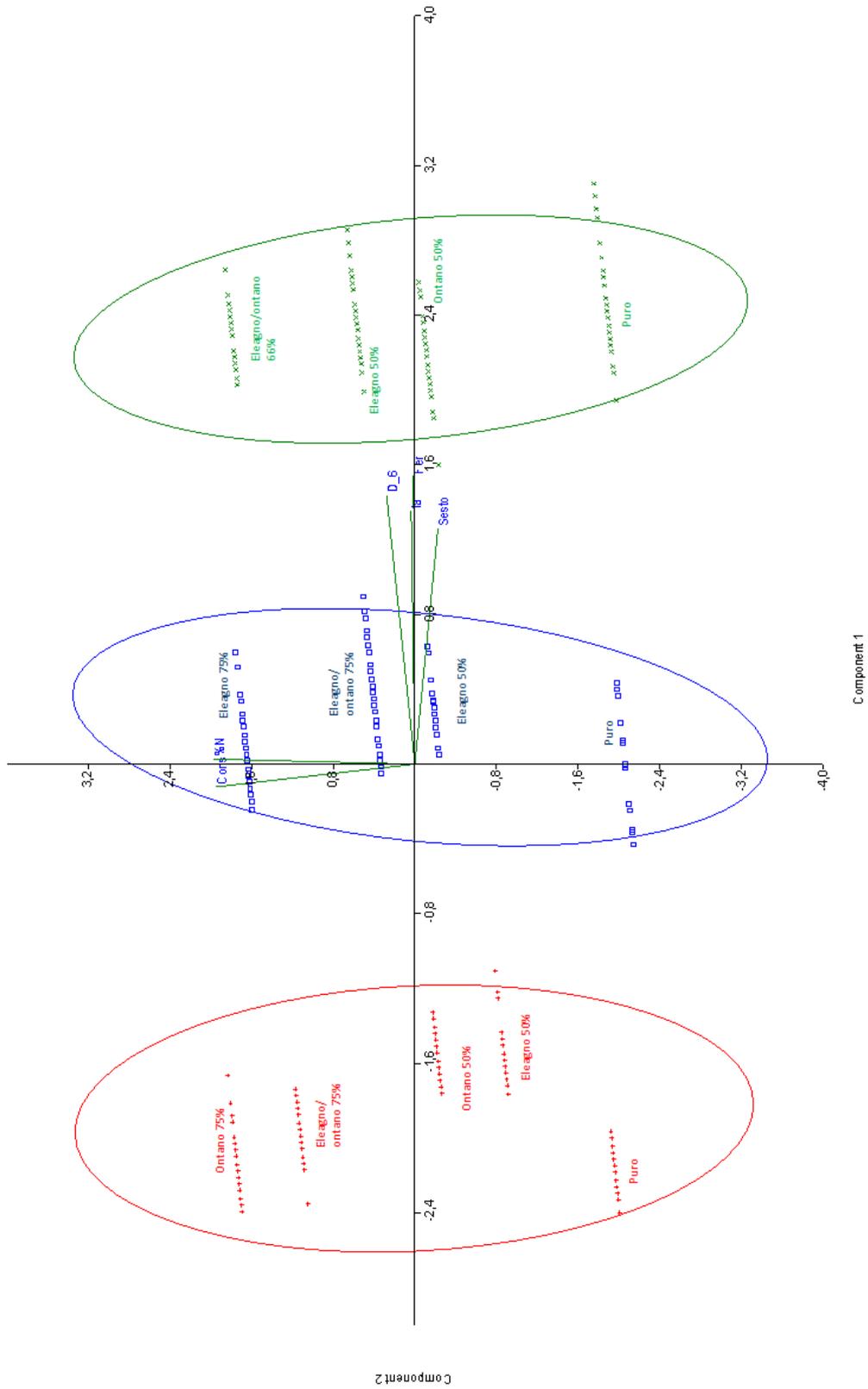


Figura 32 Biplot della matrice di correlazione dei fattori analizzati, sulla base della fertilità degli impianti in esame (confronto a 6 anni dall'impianto).

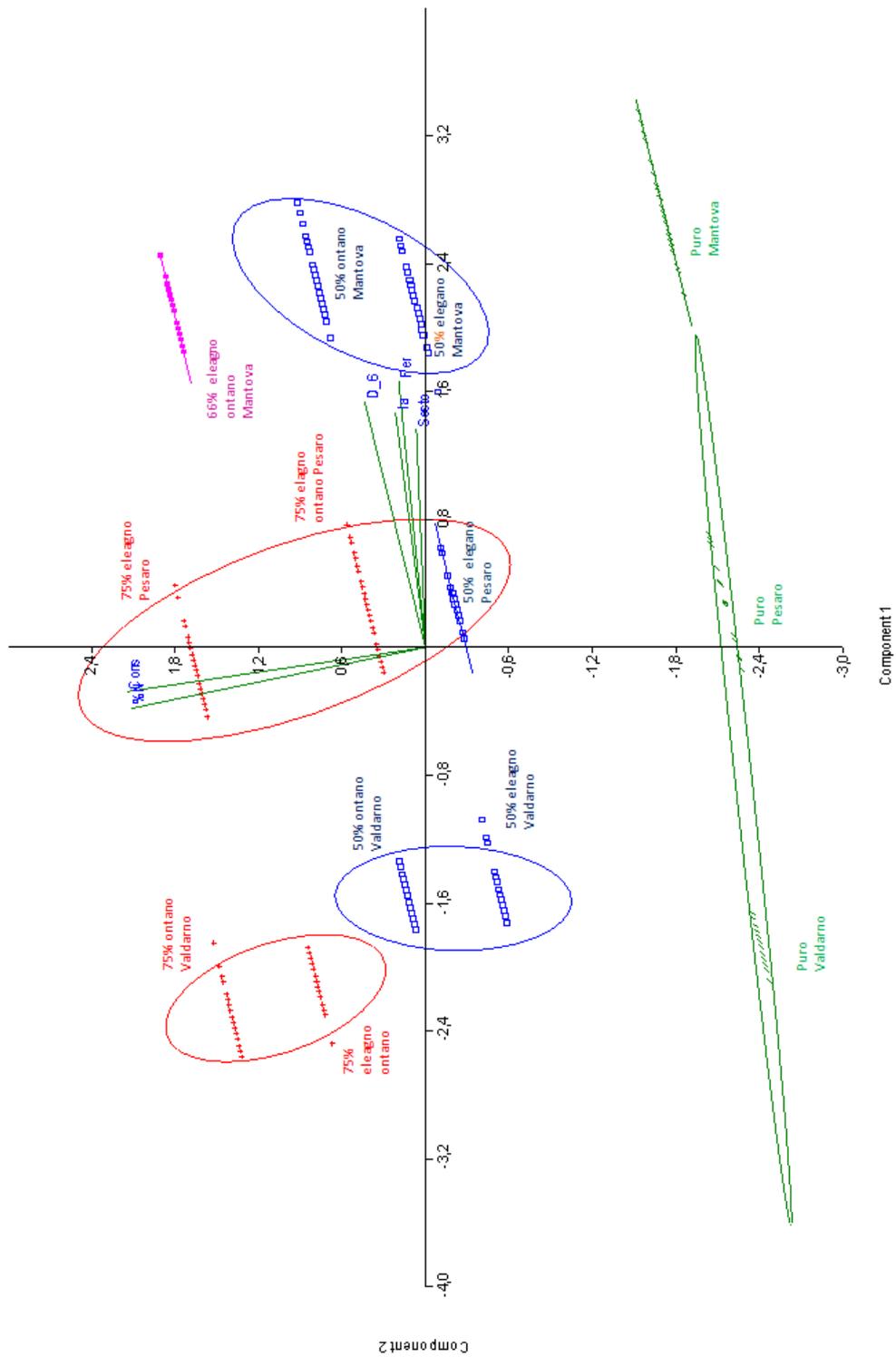


Figura 33 Biplot della matrice di correlazione dei fattori analizzati, sulla base della percentuale di azotofissatrici consociate al noce degli impianti in esame (confronto a 6 anni dall'impianto).

L'ANOVA fattoriale condotta a sei anni mostra come ci sia un effetto significativo, sull'accrescimento del noce, sia da parte delle caratteristiche stazionali (fertilità) che da parte della percentuale di azotofissatrici consociate. Inoltre, anche l'interazione tra i due mostra una significatività sulla media dell'accrescimento del noce (Tab. 56).

Tabella 56 ANOVA fattoriale sull'accrescimento del noce in relazione alla fertilità e alla percentuale di azotofissatrici a 6 anni di età.

Effetto_6 anni	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	65032,90	1	65032,90	7964,829	0,0000
%N	432,58	1	432,58	52,980	0,0000
Fertilità	10109,69	2	5054,84	619,086	0,0000
%Nx Fertilità	1373,11	2	686,55	84,085	0,0000
Errore	2278,04	279	8,17		

Accrescimenti maggiori si hanno per il noce con fertilità maggiore (3) al 50% (11,5 cm) e in purezza (13,7 cm), quindi riconducibili all'impianto di Mantova. Gli accrescimenti minori si hanno nel noce purezza consociato al 50% dell'impianto di Cavriglia (fertilità 1), con un valore medio di 2,1 cm (Tab. 57).

Tabella 57 - Differenze significative per le variabili singole (classe di fertilità e percentuale azotofissatrice) e tra i gruppi (fertilità x percentuale azotofissatrice) sulla base del test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$) a 6 anni di età.

Classe di fertilità			Fertilità x percentuale azotofissatrice			
Fertilità	Medie	HSD	%N	Fertilità	Medie	HSD
1	2,4	c	0	1	2,1	e
2	8,0	b	50	1	2,7	d
3	12,6	a	0	2	7,0	c
Percentuale azotofissatrice			50	2	9,9	b
%N	Medie	HSD	50	3	11,5	a
0	7,6	a	0	3	13,7	a
50	8,0	a				

Confronto a 13 anni - Le analisi della PCA fatta a 13 anni dalla piantagione confermano i risultati ottenuti da 6 anni. In tabella 58 sono riportati gli autovalori di ciascun fattore e la percentuale della varianza spiegata. Sulla base degli autovalori, i primi due fattori sono sufficienti per analizzare i processi poiché spiegano l'84 % della varianza del campione a 13 anni.

Tabella 58 - Autovalori e % varianza spiegata dai vari fattori o componenti.

Fattore	Autovalore	% varianza	% varianza cumulativa
1	3,143	52,381	52,381
2	1,815	30,253	82,634
3	0,624	10,404	93,038
4	0,278	4,630	97,668
5	0,113	1,882	99,549
6	0,027	0,451	100

I biplot della matrice di correlazione nelle figure 34 e 35, anche a 13 anni, mostrano un buon parallelismo tra la percentuale di azotofissatrici (%N) e le specie consociate (Cons) lungo la componente 1, e quindi associabili ad essa; mentre sono abbastanza paralleli il diametro a 6 anni (D_6), il sesto, l'indice di aridità (Ia) e la fertilità (Fer) con la componente 2 e quindi associabili ad essa. La figura 34 mostra i dati raggruppati sulla base della fertilità, dove il verde rappresenta l'impianto di Mantova, il blu l'impianto di Pesaro e il rosso l'impianto del Valdarno; si noti come i tre gruppi siano molto distinti tra di loro lungo la componente 1. In figura 35 vengono illustrati i dati sulla base della percentuale di azotofissatrici consociate con il noce, nei vari impianti e per tesi. Il verde rappresenta il noce in purezza, il blu la consociazione con il 50% di azotofissatrici, il viola la consociazione con il 66% di azotofissatrici e il rosso la consociazione al 75%. Si noti come i gruppi siano variabili lungo la componente 2.

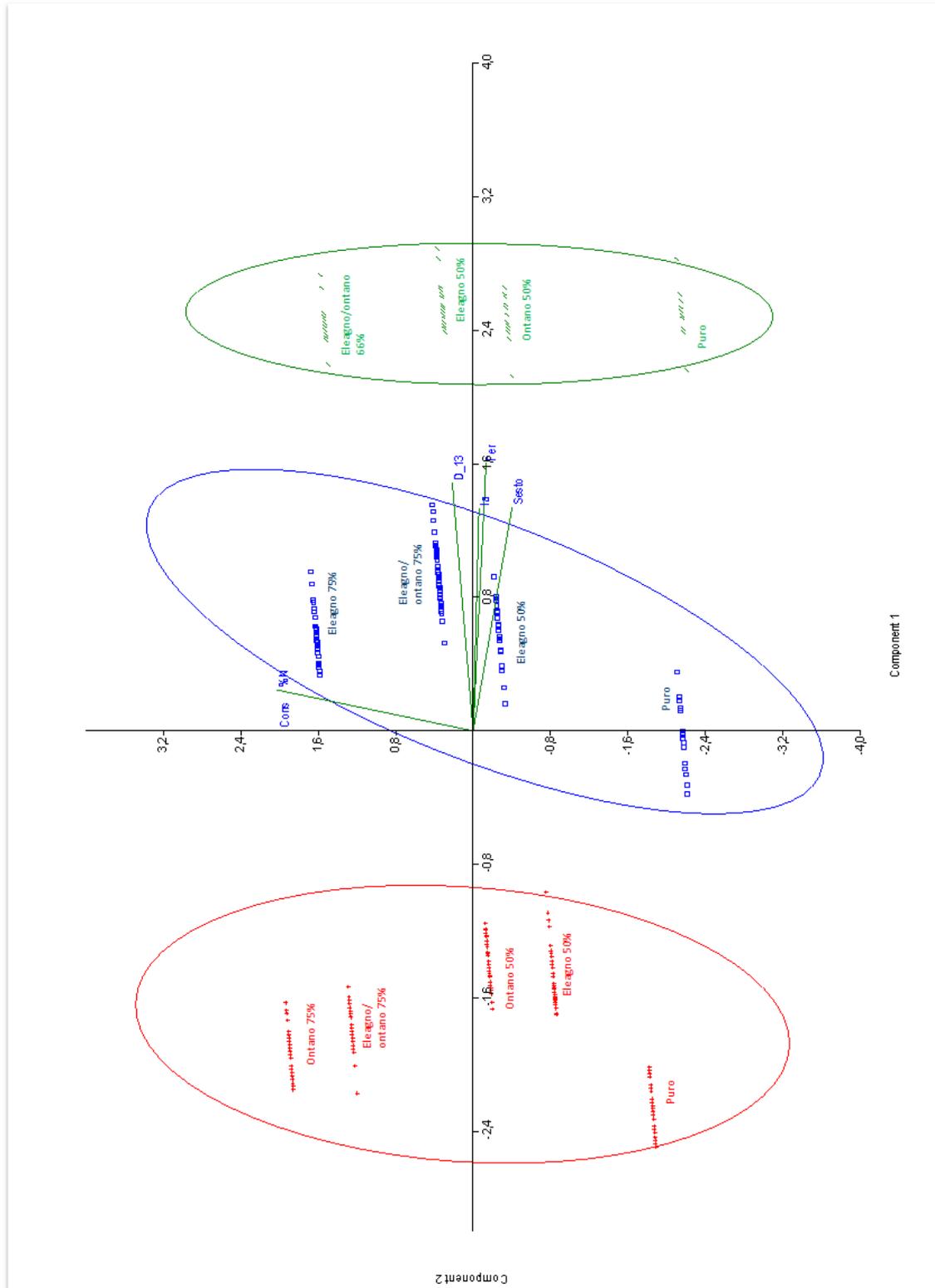


Figura 34 Biplot della matrice di correlazione dei fattori analizzati, sulla base della fertilità degli impianti in esame (confronto a 13 anni dall'impianto).

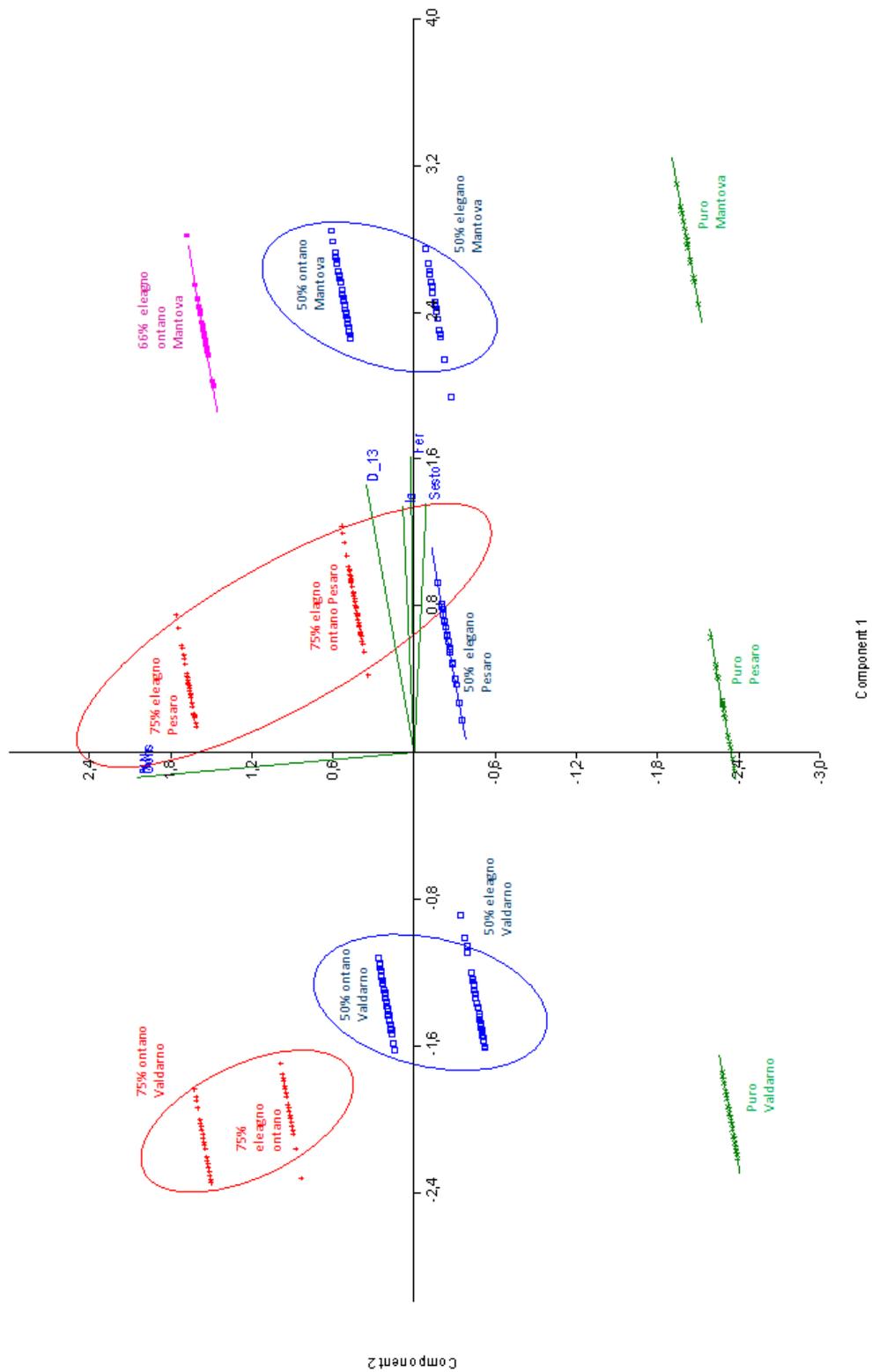


Figura 35 Biplot della matrice di correlazione dei fattori analizzati, sulla base della fertilità degli impianti in esame (confronto a 13 anni dall'impianto).

L'ANOVA fattoriale, condotta a 13 anni, mostra come ci sia ancora un effetto significativo sull'accrescimento del noce sia da parte della caratteristiche stazionali (fertilità) che da parte della percentuale di azotofissatrici consociate. Inoltre, anche l'interazione tra i due fattori risulta significativa (Tab. 59).

Tabella 59 ANOVA fattoriale sull'accrescimento del noce in relazione alla fertilità e alla percentuale di azotofissatrici a 13 anni di età.

Effetto_13 anni	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	19641,25	1	19641,25	6721,634	0,0000
%N	98,71	1	98,71	33,781	0,0000
Fertilità	3920,13	2	1960,07	670,775	0,0000
%N x Fertilità	175,58	2	87,79	30,044	0,0000
Errore	902,93	309	2,92		

Accrescimenti maggiori si hanno per il noce con fertilità maggiore (3) allevato in purezza (26,4 cm) quindi riconducibili all'impianto di Mantova. Ottimi accrescimenti si hanno anche per il noce al 50% in condizioni di fertilità 2 (impianto di Pesaro) e al 50% a fertilità 3 (impianto di Mantova) con valori rispettivamente di 21,4 e 22,7 cm.

Gli accrescimenti minori si hanno nel noce purezza consociato al 50% dell'impianto di Cavriglia (fertilità 1), con un valore medio di 7,1 cm (Tab. 60).

Tabella 60 Differenze significative per le variabili singole (classe di fertilità e percentuale azotofissatrice) e tra i gruppi (fertilità x percentuale azotofissatrice) sulla base del test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$) a 13 anni di età.

Classe di fertilità			Fertilità x percentuale azotofissatrice			
Fertilità	Medie (cm)	HSD	%N	Fertilità	Medie (cm)	HSD
1	7,5	c	0	1	7,1	e
2	17,8	b	50	1	7,8	d
3	24,3	a	0	2	14,1	c
Percentuale azotofissatrice			50	2	21,4	b
%N	Medie (cm)	HSD	50	3	22,7	b
0	16,1	b	0	3	26,4	a
50	17,1	a				

3.7 CONFRONTO TRA I POLICICLICI

Nel presente paragrafo, si illustreranno i confronti di crescita delle varie specie che caratterizzano i policiclici in esame. Per il noce il confronto ha riguardato le tesi presenti in ambedue le piantagioni: due diverse disposizioni delle piante (fila singola e binata), due distanze tra le piante di noce (6-8 m) e due tipi di consociazioni (nocciolo e carpino). Per il pioppo e la biomassa la trattazione sarà più sintetica.

Per il Pioppo è stato fatto un confronto, a fine ciclo colturale (10 anni), sull'accrescimento ottenuto da questo clone nei due impianti policiclici per la diversa disposizione dei filari (fila singola e binata) e per le distanze (di 5 e 6 m).

Per la biomassa verrà valutata la produzione di SRC di nocciolo e carpino utilizzate con turni diversi a 5 e 7 anni.

3.7.1 NOCE

L'ANOVA fattoriale per il diametro a 5 anni, in relazione alla disposizione delle piante (fila binata e singola) e alla distanza a cui è messo a dimora il noce (6 e 8 metri), mostra come ci sia un effetto significativo solo da parte della disposizione delle piante e dall'interazione tra le due variabili. Non risulta essere significativa la distanza (Tab. 61).

Tabella 61 ANOVA fattoriale sull'accrescimento del noce in relazione alla disposizione delle piante e alla distanza a 5 anni di età.

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	7669,660	1	7669,660	2090,180	0,0000
Disposizione piante	5,532	1	5,532	1,508	0,2219
Distanza	0,134	1	0,134	0,037	0,8486
Disposizione piante x distanza	66,474	1	66,474	18,116	0,0000
Errore	436,656	119	3,669		

Anche per il diametro a 10 anni l'ANOVA fattoriale, in relazione alla disposizione e alla distanza tra le piante di noce, mostra come ci sia un effetto significativo solo da parte della disposizione delle piante e dall'interazione tra le due variabili (Tab. 62).

Tabella 62 ANOVA fattoriale sull'accrescimento del noce in relazione alla disposizione delle piante e alla distanza a 10 anni di età.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	24735,04	1	24735,04	4226,917	0,0000
Disposizione piante	54,53	1	54,53	9,319	0,0027
Distanza	5,85	1	5,85	0,999	0,3195
Disposizione piante x distanza	81,71	1	81,71	13,964	0,0002
Errore	696,36	119	5,85		

Gli accrescimenti maggiori si hanno con la disposizione delle piante a fila singola, sia a 5 anni con diametri medi di 9,7 cm, sia a 10 anni con accrescimenti medi di 16,5 cm (Tab. 63).

Tabella 63 Differenze significative per l'effetto della disposizione delle piante a 5 e 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

Disposizione piante	D medio_5 anni (cm)	±SE	HSD	D medio_10 anni (cm)	±SE	HSD
Binata	8,9	0,5	b	16,3	0,3	a
Singola	9,7	0,3	a	15,8	0,3	b

Sulla base delle distanze, gli accrescimenti maggiori in diametro si hanno a distanze di 8, sia a 5 anni con diametri medi di 9,2 cm, sia a 10 anni con valori medi di 17 cm (Tab. 64).

Tabella 64 Differenze significative per l'effetto della distanza a 5 e 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

Distanza	D medio_5 anni (cm)	±SE	HSD	D medio_10 anni (cm)	±SE	HSD
6	8,8	0,4	b	16,0	0,4	a
8	9,4	0,4	a	17,0	0,4	a

Sulla base dell'interazione tra disposizione e distanza, a 5 anni il noce in fila singola a 6 metri risulta essere quello più sviluppato con un diametro medio di 10,2 cm, mentre quello in fila binata a 6 metri è quello meno sviluppato con un diametro medio di 8 cm

(Tab. 65). A 10 anni il noce a fila binata a 8 metri mostra un accrescimento maggiore (18,2 cm), mentre quello in fila singola a 8 metri risulta essere quello meno sviluppato, con 14,8 cm di diametro (Tab. 65).

Tabella 65 Differenze significative per l'effetto dell'interazione disposizione x distanza a 5 e 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

Interazione		5 anni			10 anni		
Disposizione	Distanza	Medie (cm)	\pm SE	HSD	Medie (cm)	\pm SE	HSD
Binata	6	8,0	0,4	b	15,8	0,4	b
Singola	8	8,4	0,3	ab	14,8	0,3	b
Binata	8	9,9	0,5	a	18,2	0,4	a
Singola	6	10,2	0,3	a	16,2	0,2	b

L'ANOVA fattoriale a 5 anni, in relazione alla disposizione delle piante e alla consociazione con cui è messo a dimora il noce (carpino nero e nocciolo), mostra come ci sia un effetto significativo solo da parte del sesto e dall'interazione tra le due variabili. Non risulta essere significativa la distanza (Tab. 66).

Tabella 66 ANOVA fattoriale sull'accrescimento del noce in relazione al sesto e alla consociazione a 5 anni di età.

Effetto (5 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	9211,576	1	9211,576	2513,116	0,0000
Disposizione piante	27,383	1	27,383	7,471	0,0072
Consociazione	13,980	1	13,980	3,814	0,0532
Disposizione piante x consociazione	37,978	1	37,978	10,361	0,0017
Errore	436,183	119	3,665		

A 5 anni, sulla base della consociazione, gli accrescimenti maggiori si hanno sul noce consociato con nocciolo con diametri medi di 9,5 cm (Tab. 67).

Tabella 67 Differenze significative per l'effetto della consociazione a 5 e 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

Consociazione	D medio_5 anni (cm)	\pm SE	HSD
Carpino nero	8,4	0,5	b
Nocciolo	9,5	0,3	a

Sulla base dell'interazione tra disposizione delle piante e consociazione, a 5 anni il noce in fila singola consociato con carpino nero risulta essere quello più sviluppato con un

diametro medio di 9,9 cm, mentre quello in fila binata consociato sempre con carpino nero è quello meno sviluppato con un diametro medio di 7,7 cm (Tab. 68).

Tabella 68 Differenze significative per l'effetto dell'interazione sesto/consociazione a 5 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$).

Interazione		5 anni		
Disposizione	Consociazione	D medio (cm)	\pm SE	HSD
Binata	Carpino nero	7,7	0,4	b
Singola	Nocciolo	9,4	0,3	a
Binata	Nocciolo	9,6	0,5	a
Singola	Carpino nero	9,9	0,3	a

Il confronto a 10 anni non è stato fatto in quanto, nell'impianto a file singola, le file di biomassa sono state distrutte dopo l'utilizzazione avvenuta a 5 anni dalla piantagione. In questa piantagione le piante di noce, dal 6 anno in poi, sono cresciute isolate e in condizioni nettamente diverse rispetto a quelle cresciute in consociazione con nocciolo e carpino nell'impianto a fila binata.

3.7.2 PIOPPO

L'ANOVA fattoriale a 10 anni, in relazione alla distanza e al sesto con cui è messo a dimora il pioppo nei due impianti mostra come ci sia un effetto significativo solo da parte del sesto e dall'interazione tra le due variabili. Non risulta essere significativa la distanza (Tab. 69).

Tabella 69 ANOVA fattoriale sull'accrescimento diametrico del noce in relazione alla distanza e alla disposizione delle piante a 10 anni di età.

Effetto (10 anni)	SS	Gradi di libertà	MS	F	P-value
Intercetta	312449,5	1	312449,5	15549,54	0,0000
Distanza	17,9	1	17,9	0,89	0,3456
Disposizione piante	2521,4	1	2521,4	125,48	0,0000
Distanza x disposizione piante	193,2	1	193,2	9,61	0,0021
Errore	7093,1	353	20,1		

Sulla base delle distanze, non si hanno differenze negli accrescimenti, dove il valore medio coincide (33,2 cm). Sulla base della disposizione delle piante in file singole e

binata, si hanno differenze negli accrescimenti; il pioppo in fila singola ha un accrescimento maggiore, con un valore medio di 35 cm (Tab. 70).

Tabella 70 Differenze significative per l'effetto delle distanze e del sesto a 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$), per il pioppo.

Distanze d'impianto				Disposizione (singola e binata)			
Distanze	D medio (cm)	\pm SE	HSD	Disposizione	D medio (cm)	\pm SE	HSD
6	33,2	0,3	a	Binata	29,4	0,2	b
5	33,2	0,4	a	Singola	35,0	0,3	a

Il test HSD condotto per valutare gli effetti dell'interazione tra distanze e disposizione delle piante, a 10 anni, evidenzia per il pioppo allevato in fila singola con 6 metri di distanza tra le piante, un diametro medio significativamente superiore con valori di 36,3 cm, mentre quello in fila binata con distanza di 6 metri è quello meno sviluppato con un diametro medio di 28,9 cm (Tab. 71).

Tabella 71 Differenze significative per l'effetto dell'interazione distanze/disposizione piante a 10 anni di età, secondo il test HSD di Tukey per campioni diseguali ($p < 0,05$), per il pioppo.

Interazione		Medie_10 anni (cm)	\pm SE	HSD
Distanze	Disposizione			
6	Binata	28,9	0,5	c
5	Binata	30,0	0,5	c
5	Singola	34,2	0,4	b
6	Singola	36,3	0,3	a

3.7.3 QUALITÀ DEL FUSTO ED ECCENTRICITÀ DEI PIOPPI

Il test χ^2 evidenzia la presenza di una relazione tra la disposizione dei filari e qualità del

Tabella 72 Qualità dei fusti di noce e pioppo e misura dell'eccentricità per il pioppo a 1,3 m di altezza.

Impianto	Specie	Qualità (%)		Eccentricità (D/d)
		A+B	C+D	
Impianto a file binate	Noce	67,6	32,4	0,94
	Pioppo	43,4	56,6	
Impianto a file singole	Noce	70,1	29,9	0,95
	Pioppo	95,6	4,4	

NOCE Pearson's χ^2 test=0,146 N.S GDL 1 p-level 0,05=3,84; p-level0,01= 6,63

PIOPPO Pearson's χ^2 test=64,27 $p < 0,01$ GDL 1 p-level 0,05=3,84; p-level0,01= 6,63

fusto per il pioppo; per il noce non vi è significatività. La qualità dei fusti è migliore nell'impianto a file singole rispetto all'impianto a fila binata per entrambe le specie principali. L'eccentricità dei fusti di pioppo risulta simile nei due impianti (Tabella 72).

3.7.4 BIOMASSE

Nel febbraio 2013 (a 7 anni) è stata realizzata la stima della produzione di biomassa di carpino e nocciolo nell'impianto a file binate, prelevando un campione di 5 piante di dimensioni medie per specie, considerando solamente le piante presenti tra le doppie file delle principali, mentre nell'impianto a file singole è stata effettuata a 5 anni.

Tabella 73 Produzione di biomassa ritraibile stimata (dopo 5 e 7 anni dall'impianto)*.

Impianto	Epoca stima (Età)	Biomassa	Copertura		Peso fresco			Peso secco	
			%/ha	N°/ha	Pianta (kg)	Umidità (%)	t ha ⁻¹	Pianta (kg)	t ha ⁻¹
Binato	7	<i>Ostrya carpinifolia</i>	40	615	29,4	41,4	18,1	17,3	10,6
Binato	7	<i>Corylus avellana</i>	40	615	72,0	46,9	44,3	38,0	23,4
Singole	5	<i>Ostrya carpinifolia</i>	63	995	18,3	42,6	18,2	10,5	10,4
Singole	5	<i>Corylus avellana</i>	63	995	25,7	50,7	25,6	12,7	12,6

*Dati di densità e produzioni per le SRC sono state stimate, riportando questi valori ad ettaro per ogni tesi considerata, considerando un tasso di mortalità del 5%.

In tabella 71, vengono riportate le produzioni ad ettaro di biomassa per il carpino nero e il nocciolo a 7 anni per l'impianto a file binate a 5 per l'impianto a file singole. La produzione maggiore, tenendo conto delle differenti densità e dall'epoca di stima, dei rispettivi impianti, è stata ottenuta dal nocciolo dell'impianto a file binate con una biomassa di 23,4 t ss ha⁻¹; le produzioni di biomassa del carpino nero sono notevolmente inferiori con un valore in entrambi gli impianti (10,6 t ss ha⁻¹ per l'impianto a file binate e 10,4 per l'impianto a file singole).

4 DISCUSSIONE

Le esperienze realizzate in Italia e all'estero hanno evidenziato come la coltivazione del noce con piante accessorie azotofissatrici, possa risultare una valida alternativa alla coltivazione del noce in purezza. L'analisi dei risultati ottenuti nei vari impianti sperimentali analizzati, evidenzia come la coltivazione del noce in impianti misti risulti generalmente vantaggiosa sia per l'aspetto produttivo che ambientale. Le indicazioni ottenibili da questo studio, risultano variabili in relazione al tipo di impianto, (monociclico e policiclico), alle diverse specie azotofissatrici analizzate (ontano e eleagno) e alle diverse condizioni stazionali.

Impianto monociclico Pesaro – In questa piantagione, l'uso delle azotofissatrici risulta importante per lo sviluppo del noce. L'eleagno si conferma una valida azotofissatrice idonea ad essere consociata con il noce sia come unica specie, sia in combinazione con l'ontano napoletano. Il noce consociato con l'eleagno al 75%, già a pochi anni dall'impianto (Tab. 3), evidenzia accrescimenti diametrici superiori rispetto alle altre consociazioni. Tali risultati vengono confermati anche a 13 anni dall'impianto, dove le piante di noce presentano un diametro medio maggiore dell'84% rispetto al noce puro. Il noce in consociazione con eleagno 50% ed eleagno-ontano 75%, mostra diametri medi superiori rispetto al puro rispettivamente del 52% e 41%.

Anche lo sviluppo in altezza del noce è condizionato dalla specie consociata. A 6 anni l'effetto della consociazione con azotofissatrici è nel complesso meno evidente rispetto a quanto rilevato per il diametro. Nella consociazione con eleagno al 75% e eleagno-ontano 75%, si rilevano effetti positivi anche sull'altezza. A 13 anni l'effetto positivo sulla crescita in altezza è confermato per le tesi con eleagno al 75% e eleagno-ontano 75%, rispettivamente con valori superiori del 68% e 65% rispetto al noce allevato in purezza. Valori intermedi si evidenziano per l'eleagno al 50% (42%), mentre valori significativamente inferiori sono da attribuire al noce in purezza (Tab. 4).

I risultati evidenziano come la consociazione con specie azotofissatrici, stimoli positivamente l'accrescimento del noce, in questo contesto produttivo. L'eleagno è una specie arbustiva rustica che cresce in svariati tipi di suoli (Bean 1950). Il suo utilizzo come accessoria, stimola l'accrescimento del noce sia in diametro che in altezza, come dimostrato in altri studi (Clark e Hemery 2006, Tani et al 2006, Bianchetto et al., 2013)

e riduce la competizione con specie erbacee (Felix Ponder 1988, Hemery 2001). Anche la consociazione con l'ontano mostra buoni risultati, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo in altezza, la conformazione della chioma e la qualità dei fusti del noce (Tani et al 2008)..

Impianto monociclico Cavriglia - L'ontano in questo contesto risulta la specie azotofissatrice più idonea ad essere consociata con il noce stimolandone l'accrescimento diametrico. La consociazione con eleagno mostra effetti positivi sull'accrescimento diametrico del noce, ma meno evidenti, se paragonati all'ontano. Il noce consociato con l'ontano al 75%, già a 6 anni dall'impianto, evidenzia valori maggiori rispetto alle altre consociazioni con un diametro medio superiore al puro del 48%. A 13 anni dall'impianto l'effetto della consociazione con ontano al 75% sul noce, si riduce. A questa età il diametro medio del noce in questa consociazione è maggiore del 35% rispetto al noce puro. Sempre a 13 anni il noce in consociazione eleagno-ontano 75% e con ontano 50%, mostra diametri medi superiori rispetto al puro rispettivamente del 16% e 11% mentre, il noce consociato con eleagno al 50%, mostra incrementi maggiori rispetto al noce puro solo del 9% (Tab. 7).

Anche lo sviluppo in altezza del noce è condizionato dalla specie consociata. La tabella 8 mostra gli accrescimenti in altezza del noce, in relazione alle tesi, all'età di 6 e 13 anni. L'effetto della consociazione con azotofissatrici già risulta evidente a 6 anni. Nella consociazione con elagno-ontano al 75% e ontano 75%, si rilevano gli effetti positivi più evidenti sull'altezza. A 13 anni l'effetto positivo sulla crescita in altezza è confermato per le tesi con eleagno-ontano al 75% e ontano 75%, rispettivamente con valori superiori del 50% e 36% rispetto al puro. Valori intermedi si evidenziano per l'ontano al 50% (12% superiore al puro). Valori significativamente inferiori sono da attribuire al noce consociato con eleagno al 50%, con un valore inferiore al puro dell'11%. Altri studi sono stati realizzati sul noce nell'area di Cavriglia (Buresti e De Meo 1998, Buresti e De Meo 2000, Tani et al 2006, Cutini e Giannini 2009) e mostrano che l'effetto della consociazione si è dimostrato evidente anche con percentuale di presenza di azotofissatrici inferiori, stimolando sia il diametro che l'altezza. L'effetto delle azotofissatrici in questo caso è molto più accentuato per l'ontano. L'ontano è una specie azotofissatrice poco invadente, caratterizzata da chioma ristretta e legname adatto

a svariati usi (Todaro et al 2005). L'effetto positivo dell'ontano, si traduce anche in migliore qualità dei fusti di noce, come dimostrato in un'altra esperienza riguardante la medesima località (Tani et al 2008). Recenti studi hanno messo in evidenza che, laddove il noce comune venga allevato con altre latifoglie arboree azotofissatrici, si registra un più efficiente uso dell'acqua (Lauteri et al. 2006, Paris et al. 2008). Questi effetti nel loro complesso possono essere ascritti a una positiva integrazione, sotto il profilo bio-ecologico, tra le due specie e alle favorevoli condizioni associate ai processi di azotofissazione, tanto più significative quanto più povere sono le caratteristiche del substrato (Schlesinger e Williams 1984).

L'eleagno risulta avere un effetto positivo sull'accrescimento in altezza del noce, ma molto meno marcato, in tale contesto stazionario. Tale fatto può essere giustificato dal portamento arbustivo dell'eleagno e dal fatto che in alcuni casi può mostrare un comportamento aggressivo (Stark 2000). In condizioni di fertilità limitata, come nell'impianto in questione (terreni di riporto derivanti da discariche minerarie) è comunque dimostrata l'importanza di utilizzare le consociazioni per favorire l'accrescimento di specie principali e ridurre i rischi biotici (Buresti Lattes e De Meo 2000).

Impianto monociclico San Matteo delle Chiaviche - L'accrescimento del noce in questo impianto, presenta differenze tra le varie tesi, ma in controtendenza con gli impianti precedentemente descritti (Tab. 10). A 6 anni gli accrescimenti maggiori in diametro si hanno nel noce in purezza e consociato con ontano 50%. Il noce consociato con eleagno 50% mostra gli accrescimenti minori. A 13 anni il trend resta il medesimo, dove il noce in purezza e consociato con ontano al 50% mostra gli accrescimenti maggiori. Il noce consociato con eleagno 50% e eleagno-ontano 66%, mostrano gli accrescimenti diametrici minori, inferiori rispetto al puro del -14%.

Le altezze del noce, non mostrano differenze di crescita in relazione alle specie consociata. A 6 anni l'accrescimento in altezza oscilla tra i 7,9 metri del noce consociato con eleagno 50% e gli 8,1 del noce consociato con eleagno-ontano 66%. A 13 anni i valori medi di accrescimento si attestano tutti intorno al 13,7 metri altezza (Fig. 28).

Gli effetti sull'accrescimento del noce da parte delle specie consociate non sembrano essere rilevanti. Contu e Mercurio (2003) affermano, che in terreni fertili e con caratteristiche chimico-fisiche differenti, l'effetto delle azotofissatrici risultano meno evidenti. Inoltre, vista la localizzazione dell'impianto, che si trova nella pianura alluvionale del fiume Oglio, l'effetto delle esondazioni possono aver creato problemi di ristagno idrico e conseguente asfissia radicale, a livello di microzone dell'impianto, influenzando sulla crescita del noce. I risultati potrebbero suggerire di non considerare l'uso delle accessorie in stazioni con caratteristiche di fertilità elevata, ma bisogna sottolineare che l'effetto delle accessorie non è migliorativo solo a carico degli accrescimenti, ma influisce sulla gestione dell'impianto (Cutini et al 1997, Ravagni e Buresti Lattes 2003), sulla forma delle principali (Bianchetto et al 2013) e possono fornire anche un reddito complementare (Burkhardt e Tham 1992), oltre a quello atteso dalle piante principali.

Confronto nei monociclici- Il confronto tra gli impianti monociclici finora descritti serve a individuare i principali fattori che influiscono sulla crescita del noce, in varie località dell'Italia centro-settentrionale con caratteristiche stazionarie differenti. L'analisi ha evidenziato che i fattori che più influenzano la crescita del noce sono la consociazione con specie azotofissatrici e la fertilità. Confrontando i tre impianti, sulla base della fertilità e della percentuale di specie azotofissatrici consociate comune ai tre impianti (in percentuale e specie), risulta che la fertilità è il fattore che maggiormente condiziona la crescita del noce. In relazione alla fertilità, nell'impianto di San Matteo delle Chiaviche, gli accrescimenti diametrici a 6 anni risultano superiori dell'80% rispetto all'impianto di Cavriglia e del 37% rispetto a quello di Pesaro. Interessante risulta anche l'effetto dell'interazione, dove in condizioni di fertilità elevata l'effetto dell'azotofissatrice risulta ininfluenza, mentre in condizioni di fertilità media e bassa l'effetto dell'azotofissatrice si converte in un maggior accrescimento diametrico rispetto al noce in purezza (Tab. 57). A 13 anni tale tendenza è confermata. Le differenze di crescita sembrano leggermente attenuarsi: infatti il noce di San Matteo delle Chiaviche, raggiunge mediamente diametri di 24,3 cm superiori del 27% rispetto all'impianto di Pesaro e del 70% rispetto a quello di Cavriglia (Tab. 60). Dalla interazione tra i due fattori, il noce in purezza di San Matteo delle Chiaviche è quello che si accresce

maggiormente con un diametro di 26,4 cm. Buoni sono i risultati anche per l'impianto di Pesaro, che registra un diametro di 21,4 cm in consociazione con eleagno al 50%; in questo impianto l'effetto delle azotofissatrici è molto marcato ed il noce in purezza risulta inferiore rispetto a quello consociato del -34 %. Nell'impianto di Cavriglia le differenze tra il noce in purezza e quello consociato con eleagno 50% sono meno evidenti (Tab. 60).

I risultati sostanzialmente indicano:

- l'utilizzo di piante azotofissatrici in consociazione, ha generalmente effetti positivi sull'accrescimento in diametro e in altezza del noce, come emerso da molte esperienze (Buresti e De Meo 2000, Becquey 2006, Clark e Hemery 2006, Pedlar et al. 2006, Tani et al. 2006, Clark et al. 2008, Bianchetto et al. 2013). Il ruolo principale delle azotofissatrici è quello di arricchire di azoto il terreno, e quindi condizionare positivamente l'accrescimento del noce.
- le specie arbustive (eleagno) hanno un minor effetto nello stimolare lo sviluppo in altezze rispetto alle specie arboree (Bianchetto et al. 2013), ma stimolano fortemente l'accrescimento diametrico (Clark e Hemery 2006, Tani et al. 2006, Mohni et al. 2009, Bianchetto et al. 2013);
- l'effetto sull'accrescimento in diametro e altezza tende a ridursi nel tempo (Tani et al. 2008);
- l'effetto della consociazione con specie azotofissatrici è inversamente proporzionale con la fertilità stazionale (Schlesinger & Williams 1984);
- in ambienti molto fertili, l'accrescimento del noce in purezza è simile o superiore a quello ottenuto in impianti con azotofissatrici (Contu e Mercurio 2003);
- oltre a stimolare l'accrescimento, le azotofissatrici forniscono un aiuto all'arboricoltore coprendo velocemente il suolo, favorendo il controllo delle infestanti (eleagno) e inducendo una forma diversa al noce e una ramificazione più leggera, agevolando la potatura (Mori e Buresti Lattes 2002).

Impianto policiclico a file singole Meleti

NOCE - A 5 anni dall'impianto gli effetti dei blocchi e delle distanze a cui è posto a dimora il noce, risultano essere quelli più influenti. Si noti come nel blocco 2 e 3 gli accrescimenti diametrici del noce siano maggiori con valori medi di 10,5 e 10,2 cm. Il

noce nel blocco 1 mostra diametri inferiori, se paragonato a quelli del blocco 2, pari al 16% (Tab. 12). Considerando le distanze, il noce posto a 7 metri è quello con gli accrescimenti maggiori con un valore di 10,3 cm. Il noce a 6 metri è quello che cresce di meno con un valore di 9,6 cm (Tab. 12). Considerando l'effetto interattivo tra i due fattori, si può osservare dalla tabella 14, come il noce nel blocco 2 alla distanza di 8 metri presenta diametri maggiori. A 10 anni l'effetto dei blocchi mostrano ancora il suo peso sulle differenze di crescita in diametro del noce (Tab. 18). Il noce nel blocco 1 continua a mostrare gli accrescimenti minori (14,6 cm), con un valore inferiore al blocco 3 e 2 (16,9 e 16,8 cm) di circa il -14% (Tab. 19). In relazione alle distanze di impianto, i noci alle distanze di 7 e 8 metri hanno un diametro medio maggiore (rispettivamente 16,7 e 16,3 cm), mentre il noce a 6 metri è quello meno sviluppato con un diametro di 15,7 (Tab.20). L'interazione tra i due fattori, evidenzia come lo sviluppo diametrico del noce sia in funzione di entrambi le variabili considerate (blocchi e distanze). Il noce nel blocco 2, a 8 metri risulta quello più sviluppato con 17,5 cm di diametro medio, valori nettamente superiore ai 13,9 cm di diametro raggiunti dal noce messo a dimora a 8 metri nella fila esterna del blocco 1 posto (Tab. 21).

Diversità di crescita tra file esterne e interne in piantagioni policicliche sono state riscontrate da Mattioli e Mori (2015). Questi autori hanno verificato che le piante esterne negli impianti policiclici crescano meno rispetto a quelle che si trovano internamente. La minore crescita dei noci nel blocco 1 può essere ricondotta sia alla minore fertilità generale riscontrata in questo blocco sia alla posizione esterna all'impianto della prima fila di noce (noce a 8 m). I risultati suggeriscono che, già all'età di 10 anni in questa tipologia di impianto, distanze di impianto più ampie si convertono in un maggiore accrescimento diametrico del noce.

In relazione all'effetto della biomassa, si nota come i valori maggiori di accrescimento diametrico del noce si hanno con le specie arboree quali platano, carpino bianco e carpino nero, meno aggressive, con valori che oscillano tra i 10,8 e 10,5 cm. A 5 anni il noce consociato con SRC di pioppo ibrido AF2 e olmo raggiunge i diametri più scarsi con un valori rispettivamente di 8,5 e 9,5 cm (Tab. 16) mettendo in evidenza la forte competizione esercitata da queste due specie, come mostrato, in particolare per quanto riguarda l'olmo, in un'altra esperienza (Bianchetto et al. 2013). Analizzando l'interazione (blocchi x biomasse), sembra che l'effetto principale sia comunque

riconducibile ai blocchi. Nel blocco 1, come detto in precedenza, i diametri del noce sono molto più bassi, indipendentemente dalla distanza tra le piante e la biomassa consociata (Tab. 17).

A 5 anni le **altezze** seguono lo stesso trend del diametro, dove l'effetto principale sul loro sviluppo deriva dai blocchi. Nel blocco 1 si hanno altezze minori, con un valore medio di 7,6 metri inferiore del 15% rispetto all'altezza del noce nel blocco 2, che è quello più sviluppato (Tab. 23). Le distanze non mostrano un effetto molto marcato sull'altezza. Le altezze medie a questa età oscillano tra gli 8,5 metri del noce a 7 metri e gli 8,2 di quello posto a 8 e 6 metri (Tab. 24). L'effetto dell'interazione dei due fattori dipende quasi esclusivamente dai blocchi (Tab. 25). Le differenze di crescita in altezza a 9 confermano quanto rilevato a 5 anni, dove il noce nel blocco 1 è quello meno sviluppato (9,3 metri). Il noce nel blocco 2 presenta le altezze più elevate con un valore medio di 11,9 metri (Tab. 30). Interessante è il discorso riguardante le distanze a cui è posto il noce. A 5 anni le altezze non mostravano notevoli differenze, con valori intorno a 8,5 m. A 9 anni i noci a 8 e a 7 metri risultano essere quelli con accrescimenti in altezza maggiori con valori medi rispettivamente di 11,5 e 11,1 metri (Tab. 31 e Fig. 31). Segue il noce a 6 con altezza media di 10,5 metri. Tale evoluzione può essere spiegata dal fatto che le maggiori distanze di impianto non hanno effetto sull'altezza del noce in fase giovanile ma che iniziano a farsi vedere a 9 anni.

Anche le diverse specie da biomassa mostrano un limitato effetto sull'accrescimento del noce in altezza. Il noce messo a dimora con carpino bianco e platano, raggiunge accrescimenti maggiori con valori in altezza medi rispettivamente di 9 e 8,8 metri. Le altezze del noce in corrispondenza del frassino, sono invece quelle meno sviluppate con un valore medio di 7,8 metri (Tab. 27).

PIOppo - Lo sviluppo diametrico del pioppo è influenzata sia dal blocco che dalla distanza a cui è messo a dimora nella fila. Come nel caso del noce i maggiori accrescimenti in diametro si hanno nel blocco 2 con un valore medio di 35,6 cm a 10 anni. Il pioppo nel blocco 1 è quello che mostra accrescimenti minori, inferiori del 7% rispetto al blocco 2 (Tab. 34). Considerando le distanze, i migliori accrescimenti corrispondono a spaziature più ampie a cui è messo a dimora il pioppo. Il diametro medio più elevato si registra nel pioppo a 6 metri (36,3 cm), che risulta significativamente superiore sia al pioppo allevato con distanze di 5 che e 4 metri

rispettivamente 34,2 e 33,6 cm (Tab.35). L'interazione tra i blocchi e le distanze evidenzia come il pioppo nel blocco 2 a allevato alla distanza di 6 metri raggiunga, in soli 10 anni, valori medi di 39,5 cm. I pioppi allevati con distanze di 4 metri mostrano i risultati più scarsi, anche se l'accrescimento più basso si registra nel pioppo a 5 metri del blocco 1 (Tab. 36). La distanza nella fila di 6 metri sembra essere quella più indicata, permettendo uno più ampio sfruttamento dello spazio aereo da parte delle chiome dei pioppi.

L'**altezza** a 9 anni, mostra la stessa tendenza di crescita del diametro in relazione ai blocchi. In tabella 38 sono riportate le altezze medie in relazione ai blocchi, a 9 anni di età del pioppo. I pioppi più sviluppati si trovano nel blocco 2 (23,5 metri) e quelli meno sviluppati nel blocco 1 (21,7 metri). Sulla base delle distanze di impianto, gli accrescimenti in altezza maggiori si hanno alle distanze più brevi. I pioppi a 4 e 5 metri sono quelli più sviluppati, con altezze rispettivamente di 22,8 e 23,2 metri (Tab. 39). Questo fatto deriva dal fatto che le chiome dopo un certo periodo entrano in competizione tra loro, stimolando l'accrescimento in altezza. I risultati sono in linea con Pelleri et al. (2013), dove però le distanze di impianto sono minori.

Impianto policiclico a file binate Meleti

NOCE - A 5 anni dall'impianto l'effetto della consociazione mostra differenze nella crescita in diametro del noce. Il noce consociato con nocciolo mostra gli incrementi maggiori con un valore di 9,6 cm (Tab. 44), rispetto alla consociazione con il carpino nero (7,7 cm). Tale trend di crescita è confermato all'età di 10 anni, dove il noce consociato con nocciolo raggiunge un diametro maggiore (18,0 cm) rispetto a quello consociato con carpino nero (15,8 cm)

Considerando la distanza già a 5 anni, il noce a 8 metri si accresce maggiormente, raggiungendo un valore medio di 9,6 cm rispetto al noce posto a 6 metri (8,0 cm) (Tab. 43). Anche a 10 anni il noce a 8 metri è quello più sviluppato con un diametro medio di 18,2 cm valore significativamente superiore rispetto a quello ottenuto con distanze di 6 metri (15,8 cm).

Le altezze a 5 anni, seguono lo stesso andamento dei diametri, dove il noce consociato con nocciolo presenta altezze più elevate con un valore medio di 8,6 metri (Tab. 48) rispetto al carpino (6,9 m). A 9 anni tale tendenza di crescita è confermata ed il noce

consociato con nocciolo raggiunge un valore di 11,7 metri mentre con il carpino raggiunge solo 10.4 metri.

In base alla distanza il noce a 8 metri è quello più sviluppato in altezza, con un valore medio di 8,6 metri...Anche a 9 anni il noce allevato con distanze di 8 metri risulta sempre con altezze superiori con un valore medio di 11,6 metri superiore di un metro a quello con distanza di 6 metri (Tab. 47).

PIOPPO - Il diametro del pioppo a 10 anni, in relazione alle distanze (Tab. 50), risulta essere leggermente più elevato nel pioppo posto a dimora a 5 metri (30,0 cm) rispetto a quello allevato a 6 metri (28.9 cm). Tale risultato risulta anomalo, poiché è noto che a distanze maggiori il pioppo mostra accrescimenti maggiori (Pelleri et al. 2014). Da un'analisi dei singoli filari, risulta difatti che c'è una notevole differenza di accrescimento tra le due file a 6 metri, dove quella più esterna mostra un accrescimento minore rispetto a quella interna del 22%. Tale differenza può essere spiegata dal fatto che la fila esterna su di un lato è scoperta (assenza di filari di biomassa). Mattioli e Mori (2015) riportano la medesima situazione in un impianto policiclico in provincia di Mantova, dove le piante esterne risultano avere accrescimenti minori rispetto a quelle esterne. Questo risultato si discosta da quanto conosciuto finora in Italia nei pioppeti tradizionali, e richiede ulteriori studi che riescano a individuarne le cause.

Per quanto riguarda l'altezza a 9 anni si conferma, quanto verificato nell'impianto policiclico a file singole. Nel pioppo una maggiore densità nella fila favorisca lo sviluppo in altezza delle piante di pioppo. Distanze di 5 m nelle file binate consentano di raggiungere altezze medie (19,3 m) significativamente superiori a quelle ottenute dai pioppi allevati in file binate con distanze di 6 m (18.3 m).

Confronto nei policiclici- In questo confronto, sulla base del fatto che i due impianti registrano i medesimi caratteri stazionari, l'obiettivo è verificare le differenze dei due moduli di impianto (diposizione in file singole e binate e distanze di impianto nella fila). **NOCE:** Il noce nell'impianto a fila singola, mostra accrescimenti maggiori rispetto a quello posto in fila binata. A 10 anni dall'impianto il noce in fila binata ha un diametro medio di 16,3 cm, superiore del 5% rispetto a quello in fila singola (Tab. 63). Anche le diverse distanze tra le piante mostrano un effetto sugli accrescimenti. A 13 anni le piante di noce a 8 metri registrano diametri leggermente superiori (17,0 cm) rispetto a

quelli a 6 metri che hanno un diametro di 16,0 cm (Tab. 64). L'interazione tra i due fattori considerati, indica che il noce in fila binata a 8 metri è quello più sviluppato (18,2 cm). Fatto singolare è lo sviluppo del noce a 8 metri in fila singola che fa registrare il dato più basso (14,8 cm). Questo è dovuto al fatto, che in fase di selezione dei dati, si sono prese in considerazione solo le piante consociate con nocciolo a 8 metri per l'impianto a fila singola. Il maggior numero di piante selezionate nel blocco 1 (blocco di minore fertilità) rispetto agli altri blocchi, ha pesato fortemente sulla media generale. Considerando la disposizione delle piante e la consociazione (effettuata solo a 5 anni visto il taglio della biomassa nell'impianto a file singole) il noce consociato con nocciolo presenta diametri maggiori, con un valore medio di 9,5 cm rispetto a 8,4 cm ottenuto dal noce consociato con carpino nero. L'interazione tra disposizione delle piante (fila singola o binata) e SRC consociata, mostra come il noce in fila binata con carpino nero registra i diametri più scarsi con un valore di 7,7 cm mentre le altre tipologie risultano omogenee con diametri variabili da 9,4 a 9,9 cm.

Per quanto riguarda le distanze sulla fila i risultati mostrano che il noce messo a dimora a distanze più elevate registra, accrescimenti maggiori. La binata a 8 metri risulta essere un buon modulo di impianto, soprattutto in relazione alla possibilità di ottenere un maggior numero di piante a fine ciclo, e quindi un reddito più elevato. Tale affermazione però ha bisogno di conferme, perché bisogna valutare la piantagione fino alla fine del ciclo colturale verificando se, in futuro, possono insorgere problemi di competizione tra le chiome delle piante in fila binata.

La qualità dei due impianti non mostra differenze particolari per quanto riguarda il noce dove circa il 70% dei fusti rientrano nella classe di qualità migliori (Tab. 72). I risultati per il noce in termini di qualità sono comunque migliori, seppur di poco, rispetto a quelli descritti da Pelleri et al. (2013).

PIOppo: Nel confronto del pioppo è evidente come la differenza di crescita in diametro sia in funzione sia della distanza che dalla disposizione in fila singola e binata. Se osserviamo la tabella 70, i pioppi in fila singola a 6 metri raggiungono gli accrescimenti maggiori, con un diametro medio di 36,3 cm. I risultati più scarsi si hanno con il pioppo in fila binata, dove quello posto a 5 metri a 10 anni ha un diametro medio di 30,0 cm e

quello a 6 di 28,9 cm ⁽⁵⁾. Accrescimenti in diametro e altezza simili o superiori si sono riscontrati in altri impianti policiclici (Buresti Lattes Mori 2006a, Pelleri et al. 2013). In questa tipologia di impianti il clone I214 mostra degli ottimi accrescimenti, ma leggermente inferiori ad altri cloni come *Lena* e *Neva*. Tuttavia il clone I214, risulta quello più appetibile sul mercato (Facciotto et al. 2003). Nelle piantagioni policicliche generalmente il pioppo raggiunge elevati diametri, volumi elevati e bassi costi produttivi se paragonati alla pioppicoltura classica (Castro et al. 2013).

La qualità dei fusti di pioppo è risultata nettamente più alta nell'impianto a fila singola: il 95,6% dei pioppi rientra nelle classi migliori (A+B) mentre nell'impianto a file binate solo il 43,5% dei fusti rientra in queste due classi. I valori di eccentricità del pioppo non mostrano tuttavia differenze tra i due impianti, e possono ritenersi buoni come destinazione d'uso per sfogliati.

Tali risultati suggeriscono un'ulteriore sperimentazione per verificare gli effettivi pregi e difetti della disposizione a file binate in confronto a quella singola. Tuttavia, tale disposizione consente di avere un maggior numero di soggetti ad ettaro rispetto alla disposizione in fila singola, che si traduce in aumento di massa, mentre la disposizione a fila singola dei pioppi consente di ottenere piante di diametro più grande e di migliore qualità.

La produzione di biomassa considerando le differenti epoche di utilizzazione, sono buone per il nocciolo nell'impianto binato, mentre sono scarse per il carpino nero in entrambi gli impianti, specie meno idonea alle condizioni stazionali e caratterizzata da crescita lenta tanto da sconsigliarne l'utilizzo in tale contesto. I valori di produzione, a parità di condizioni stazionarie, sono comunque nettamente inferiori a quelli riscontrati con altre specie come robinia, salice e pioppo da biomassa, in impianti specializzati di SRC (Facciotto et al. 2015). E' necessario sottolineare che in tali impianti descritti da Facciotto et al. (2015), le SRC interessano tutta la superficie, mentre nei policiclici la superficie dedicata alle SRC è solo parziale. Negli impianti policiclici queste tipologie di SRC possono risultare però interessanti in quanto influenzano il clima interno dell'impianto, proteggono il fusto delle piante a ciclo medio-lungo da danni biotici e abiotici (soprattutto nei primi anni), riducono la formazione di rami epicormici, durante

⁵ Per la distanza a 6 nell'impianto a fila binata bisogna ricordare il discorso affrontato riguardante la fila esterna e quella interna, che mostrano notevoli differenze di crescita

la fase di qualificazione e ne stimolano l'accrescimento verticale. A queste motivazioni di carattere ecologico-ambientale, nonostante la loro modesta produzione, possono aggiungersi motivazioni economiche in particolare quando le biomasse vengono utilizzate a livello aziendale.

I risultati indicano che:

- con gli impianti policiclici la coltivazione contemporanea del pioppo e noce è possibile adottando opportune distanze e attribuendo al noce un superficie adeguata (Buresti Lattes e Mori 2009, Pelleri 2013);
- che il noce si avvantaggia dalla presenza del pioppo (specie a rapida crescita e con chioma poco coprente), assumendo una conformazione conica della chioma e una ramificazione sottile (Buresti Lattes et al 2008, Pelleri et al 2013);
- che gli accrescimenti ottenuti sia del noce che del pioppo sono paragonabili a quelli ottenuti da impianti puri realizzati in condizioni paragonabili;
- che è possibile produrre indicativamente da 80-150 pioppi ad ettaro, con turni di 8-12 anni e 70-100 noci con turni di 20-30 anni (Facciotto et al 2014);
- che adottando spaziature sufficientemente ampie (11-14 metri) tra noce e pioppo, come nei due casi esaminati, è possibile ottenere produzioni di biomassa interessanti;
- che negli impianti policiclici è possibile una coltivazione di noce e pioppo con un minore apporto di energetico (irrigazione, fertilizzanti, trattamenti fitosanitari etc), con indubbi vantaggi per gli agricoltori e per l'ambiente (Buresti Lattes e Mori 2009, Chiarabaglio et al. 2014, Facciotto et al 2014);
- la scelta della disposizione in file singole o binate consente nel primo caso di produrre assortimenti migliori (per dimensione e qualità), mentre nel secondo caso consente di incrementare la quantità complessiva della produzione mantenendo sufficienti livelli qualitativi.

CONCLUSIONI

Il lavoro nella sua complessità mirava a evidenziare i risultati di svariati anni di ricerca sulla coltivazione del noce comune, che risulta la specie più diffusa nel panorama nazionale. Vengono descritti e analizzati le modalità di progettazione e di gestione degli impianti, che si sono evoluti nel corso dell'ultimo ventennio in seguito all'impulso dei regolamenti comunitari, la quale hanno mirato a migliorare sempre più la qualità e la produttività del noce comune.

L'uso delle accessorie ha rappresentato, per certi versi, una svolta nella coltivazione del noce, poiché è ormai noto che influenzano lo sviluppo del noce sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo. La loro funzione è quella di migliorare le condizioni microstazionarie e di fornire un ausilio all'arboricoltura alla coltivazione della piantagione. Questo nel caso di uso di accessorie azotofissatrici si traduce in un aumento della disponibilità di azoto in forma inorganica a disposizione delle principali. Ma non solo: aumentano la qualità dei fusti riducendo l'emissione di rami epicormici delle principali, riducendo anche gli interventi di potatura e quindi riducendo i costi di gestione, conferendo ai fusti un portamento slanciato, soprattutto nel caso di utilizzo di accessorie arboree. Inoltre riducono la competizione con le specie erbacee (nel caso di utilizzo di accessorie arbustive) soprattutto nella fase giovanile e contribuiscono ad abbassare l'evapotraspirazione. Dalla loro utilizzazione è possibile ottenere redditi aggiuntivi, come produzione di biomassa o di prodotti secondari; in questo caso, nella scelta delle accessorie è importante prendere in considerazione le esigenze del mercato locale, per non avere problemi nella collocazione dei prodotti ritraibili. Non bisogna però mai tralasciare il monitoraggio e la gestione degli impianti, per evitare l'insorgenza di fenomeni di competizione, intervenire prontamente in caso di attacchi da parte di agenti biotici e per indirizzare la produzione verso gli obiettivi prefissati. A tal punto, la riuscita di un impianto per la produzione di legname di pregio, è condizionata molto dalle conoscenze dell'imprenditore/arboricoltore e dalla scelta di specie idonee alle condizioni stazionali in cui si opera.

Tuttavia, l'uso delle azotofissatrici, pur risultando un aiuto nella conduzione della piantagione, non riesce a sopperire ad un errato impiego del noce nella realizzazione di impianti di arboricoltura da legno in condizioni non idonee alla specie. Il suo sviluppo dipende moltissimo dalla fertilità e dalle condizioni climatiche della stazione. In

condizioni di fertilità elevata il noce può raggiungere gli obiettivi produttivi nel giro di 20/25 anni; è generalmente consigliabile il suo allevamento in impianti misti con accessorie o policiclici limitando la sua coltivazione in purezza alle migliori condizioni stazionali e alle aziende caratterizzate da elevata professionalità.

Nel panorama italiano i migliori risultati per il noce si hanno nella zona della Val Padana, o in altre zone di pianura fertile, profonde e prive di ristagno idrico, con tessitura dei suoli adatte alle caratteristiche del noce. In Val Padana da sempre zona ad alta vocazione per la produzione di legname di pregio, è possibile coltivare pioppo e noce insieme (piantagioni policicliche) adottando opportuni accrescimenti in fase progettuale e gestionale delle piantagioni. Quando si realizza un impianto per la produzione di specie di pregio, bisogna valutare vari fattori, affinché si possano raggiungere i risultati attesi a partire dalla conoscenza della stazione, da una buona dimestichezza con le tecniche di gestione e dalla conoscenza delle esigenze ecologiche delle specie. Ad oggi, da questo punto di vista, le piantagioni policicliche, considerando i risultati economici attesi, risultano essere quelle più vantaggiose, poiché forniscono un insieme di redditi ad intervalli più ravvicinati nel tempo, che a differenza di quelli monociclici sono legati alla fine della produzione. Il noce in questa tipologia di impianto, riesce a svilupparsi in maniera sostenuta, vista la presenza delle SRC ai lati e del pioppo che ne stimolano lo sviluppo verticale e la conformazione di fusto e chioma.

In ambienti favorevoli alla coltivazione del pioppo e del noce questa nuova tipologia di piantagione consente di ottenere, attribuendo uno spazio adeguato alle singole specie e utilizzando gli effetti positivi e sinergici che derivano dalla consociazione, assortimenti di pregio e biomassa. Tale produzioni possono essere ottenute anche da monoculture specializzate ma con superiori input energetici e maggior impatto ambientale.

In conclusione, per avere una produzione di noce comune di qualità elevata e in tempi relativamente brevi, le condizioni stazionarie e climatiche devono essere adatte alla sua ecologia, la progettazione e la gestione dell'impianto deve essere costante e accurata e bisogna valutare la possibilità di collocare i prodotti sul mercato.

Ringraziamenti

Si ringrazia tutto il personale del CREA-SEL Arezzo, dell'Università del Molise e del CTFC di Solsona, per il supporto avuto, in particolar modo al Dottor Francesco Pelleri, alla Dott.ssa Elisa Bianchetto, al Prof. Marco Marchetti, Claudio Bidini, Jaime Coello e Miriam Pique. Un ringraziamento particolare va alla mia famiglia, per il loro indiscusso supporto in questa fase di crescita della mia vita professionale.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2002) - Fasce tampone boscate in ambiente agricolo. Veneto Agricoltura
Progetto LIFE “Impiego di fasce tampone in Progetto LIFE “Impiego di fasce
tampone in ambiente agricolo”. 3-12 pp
- Araldi F, Calvo E, Mantovani F, Trambaioli I (2004) - Piano Generale di indirizzo
Forestale. Quaderno A: indagini sulla filiera bosco-legno. Provincia di Cremona.
[online] URL: <http://www.provincia.cremona.it/servizi/svilagri/all/20031110-1110220.pdf>
- Bary-Lenger A, Evrard R, Gathy P (1988) – La forêt. Editions du Perron, Liège.
- Bastien Y, Wilhem GJ (2003) - Selvicoltura d'albero. Un approccio per la produzione di
legname con buone caratteristiche e di grandi dimensioni. Sherwood. Foreste ed
alberi Oggi 86: 5-13
- Bean WJ (1950) – Trees and shrubs hardy in the British Isles. Volume 1. Seventh
edition. John Murray, London.
- Becciolini R, Pelleri F (2006) – Consociazione tra farnia e ontano napoletano:
valutazione degli effetti in un impianto prima e dopo il diradamento. Sherwood -
Foreste ed Alberi Oggi 119: 11-16
- Becquay J (1997)- Les noyers à bois. Institut pour le Développement Forestier (IDF),
Paris.
- Becquay J, Vidal C (2006)- Quels accompagnements ligneux choisir pour les
plantations de noyer? Forêt-entreprise 170, 35–38.
- Becquay J (2006) - Des billes de noyer plus longues avec l'accompagnement ligneux.
Forêt-entreprise 170 (5): 45-50
- Bergognoux F, GrosPierre P (1980) - La coltura del noce in California. L'Informatore
Agrario 48: 13153-13169

- Berretti R, Boetto G, Costa A.L, Locri M, Meloni F, Nosenzo A, Travaglia PM (2007) – Caratterizzazione del materiale legnoso derivante da impianti di arboricoltura da legno: valutazione delle potenzialità in termini di assortimenti ritraibili. Regione Piemonte.
- Berti S (1995) - Caratteristiche tecnologiche e qualità del legno. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 3: 39-43
- Bianchetto E, Vitone A, Bidini C, Pelleri F (2013) - Effetto di differenti tipologie di consociazione sull'accrescimento e sulla qualità del noce comune (*Juglans regia* L.) in un impianto dell'arboricoltura da legno nell'Italia Centrale. Annals of Silviculture Research 37(1): 38-44
- Bidini C, Marchino L (2009a) - Noce, materiale di buona qualità a costi contenuti con la potatura replicativa. Agrifoglio 32:16-17
- Bidini C, Marchino L (2009b) - Noce da legno, efficace la potatura ad astone ma solo nelle stazioni con clima e suoli ideali. Agrifoglio 30:16-17
- Binkley D (1983) - Interaction of site fertility and red alder on ecosystem production in Douglas-fir plantation. Forest Ecology and Management 5: 215-227
- Boncompagni S (2001) - Valorizzazione delle informazioni contenute nei progetti per il Reg. 2080/92. Il caso della provincia di Arezzo. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 70: 35-40
- Buresti E (1986). Il restauro forestale delle discariche minerarie dell'ENEL Miniera di Santa Barbara nel Valdarno. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo XV: 155-171.
- Buresti E, Frattegiani M (1994) - Impianti misti in arboricoltura da legno. Primi risultati in un impianto di farnia (*Quercus robur* L.) e ontano napoletano (*Alnus cordata* Loisel). Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo XXIII: 183-199.
- Buresti Lattes E, Cavalli R, Ravagni S, Bergomi L (2008) - Impianti policiclici di arboricoltura da legno. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 139:37-38
- Buresti Lattes E, Cavalli R, Ravagni S, Zuccoli Bergomi L (2007) - Impianti policiclici di Arboricoltura da Legno: due esempi di progettazione e utilizzazione. Sherwood Foreste e alberi oggi 139, 37–39.
- Buresti Lattes E, De Meo I (1998) - L'Impiego delle consociazioni nelle piantagioni di

- arboricoltura da legno: primi risultati di un impianto di noce comune. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura* 29: 57-66
- Buresti Lattes E, De Meo I (1998) - Un impianto di noce in golena con specie paracadute. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 35: 27-31
- Buresti Lattes E, De Meo I (2000) - L'impiego di consociazioni nelle piantagioni di arboricoltura da legno: primi risultati di un impianto di noce comune (*Juglans regia* L.). *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura*, 29: 57-66
- Buresti Lattes E, De Meo I, Falcioni S, Frattegiani M (1997) - L'utilizzo del noce comune, del noce nero e del noce ibrido in arboricoltura da legno. Primi risultati di una prova comparativa in impianti misti di 8 anni di età. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura*, 25 e 26: 243-260
- Buresti Lattes E, Frattegiani M (1995) - Impianti misti in arboricoltura da legno. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 3: 11-17
- Buresti Lattes E, Mori P (1999) - La doppia pianta: un'assicurazione sulla farnia come specie principale. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 47: 7-13
- Buresti Lattes E, Mori P (2003a) - Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno. *Manuale ARSIA*, Firenze
- Buresti Lattes E, Mori P (2003b) - Vigore del noce ed intensità della potatura replicativa. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 88: 11-17
- Buresti Lattes E, Mori P (2004a) - Ruolo delle piante, specie e tipologie d'impianto in arboricoltura. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 98: 15-19
- Buresti Lattes E, Mori P (2004b) - Le tre fasi delle piante principali in arboricoltura da legno *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 102: 9-11
- Buresti Lattes E, Mori P (2004c) - Analisi delle piante principali in Fase di Qualificazione. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* 104: 19-24
- Buresti Lattes E, Mori P (2005a) - Glossario dei termini più comuni impiegati in arboricoltura da legno. Prima parte. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 109: 13-18
- Buresti Lattes E, Mori P (2005b) - Glossario dei termini più comuni impiegati in arboricoltura da legno. Seconda parte. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 110: 5-10
- Buresti Lattes E, Mori P (2006a) - Legname di pregio e biomassa nella stessa

- piantazione. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* 127: 5-10
- Buresti Lattes E, Mori P (2006b) - Monitoraggio delle piante principali ai fini del diradamento. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi*. 118: 29-32
- Buresti Lattes E, Mori P (2009) - Impianti policiclici permanenti. L'arboricoltura da legno si avvicina al bosco. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* 150: 5-8
- Buresti Lattes E, Mori P (2012) - Piantagioni policicliche. Elementi di progettazione e collaudo. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* 189: 12-16
- Buresti Lattes E, Mori P, Pelleri F, Ravagni S (2006) - Enseignements de 30 années de recherche sur les plantations mélangées en Italie. *Forêt-entreprise* 170(5): 51-55
- Buresti Lattes E, Mori P, Ravagni S (2001a) – Arboricoltura da legno con il ciliegio: ridurre i rischi adottando la doppia pianta. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* n. 73 11-16
- Buresti Lattes E, Mori P, Ravagni S (2001b) - Piantagioni miste con noce comune: vantaggi e svantaggi di una scelta complessa. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi*, 71: 11-17
- Buresti Lattes E, Mori P. (2007a) - Distanze minime d'impianto: prime indicazioni per le piantagioni da legno. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* anno 13(9) 13-16
- Buresti Lattes E. Mori P (2007b) - Progettare impianti policiclici a termine e multiobiettivo. In “Arboricoltura da legno: schede per la progettazione e la conduzione della piantagione.”, scheda 4A. Regione Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale Risorse Agricole Naturali Forestali e Montagna
- Burkhardt HE Tham C (1992) - Predictions from growth and yield models of the performance of mixed-species stands. In *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Eds. M.G.R. Cannell, D.C. Malcolm and P.A. Robertson. Proc. IUFRO/BES Symp., British Ecological Society. Blackwells, Oxford, 312 p
- Buyanovsky GA, Kucera CL, Wagner GH (1987) - Comparative analyses of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. *Ecology* 68(6):2023–2031
- Calvo E (2011) - Stato attuale e problematiche degli impianti di latifoglie a legname pregiato: il punto di vista delle Regioni. *Forest@* 8: 121-125
- Calvo E, D’Ambrosi E, Fedrigoli M, Mantovani F (2001) - Arboricoltura da legno. Secondo Report. Quaderni di ricerca e sperimentazione, ARF Lombardia, Milano, pp. 63

- Calvo E, Mantovani F (2008) - Valutazione della qualità degli impianti di latifoglie della Rete Regionale Sperimentale ERSAF. Rapporto tecnico interno, ERSAF, Milano
- Castro G, Mori P, Zanuttini R (2013) - Produttività di sfogliato e diametro dei fusti: indagini preliminari sui cloni di pioppo I-214 e Neva. Sherwood. *Foreste ed Alberi Oggi* 205: 5-8
- Cesaro L, Romano R (2009) - Politiche forestali e sviluppo rurale. Situazione, prospettive e buone prassi. Quaderno n.1, Osservatorio Foreste, INEA, pp 170
- Chiarabaglio PM, Giorcelli A, Allegro B (2014) - Environmental sustainability of poplar stands. In: *Actas de las Jornadas de Salicaceas 2014. Cuarto Congreso Internacional de Salicaceas en Argentina "Sauces Alamos para el desarrollo regional"* Ciudad de La Plata , Buenos Aires, Argentina, 18-21 marzo 2014
- Chiffrot V, Bertoni G, Cabanattes A, Gavaland A (2006) - Beneficial effects of intercropping on the growth and nitrogen status of young wild cherry and hybrid walnut trees. *Agroforestry systems* 66, 13–21.
- Chiti T, Puglisi A, Certini G, Sanesi G, Buresti Lattes E (2003) - Sequestro del carbonio in suoli su discariche minerarie rifeestate con specie azotofissatrici e non. *Meridiani Foreste:Atti del IV Congresso SISEF -Rifreddo(Potenza)*
- Chiti T, Certini G, Puglisi A, Sanesi G, Capperucci A, Forte C (2007) - Effects of associating a N-fixer species to monotypic oak plantations on the quantity and quantity of organic matter in minesoils. *Geoderma*, 138: 162-169
- Ciancio O, Mercurio R, Nocentini S (1981) - Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e selvicoltura. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura* 12: 1-103
- Clark J, Hemery GE, Savill PS (2008) – Early growth and form of common walnut (*Juglans regia* L.) in mixture with tree and shrub nurse species in Southern England. *Forestry* 81, 613–644.
- Clark J, Hemery G (2010) - Walnut hybrids in the UK: fast growing quality hardwoods. *Quarterly Journal of Forestry*. 104:43-46
- Clark J, Hemery GE (2006) – The use of autumn olive (*Eleagnus umbellata* Thumb) in British forestry. *Quarterly Journal of Forestry* 100: 285-288
- Colletti L (2001) - Risultati dell'applicazione del regolamento CEE 2080/92 in Italia.

- Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi. 70, 23-31
- Contu F, Mercurio R (2003) - Risultati di piantagioni sperimentali di latifoglie a legname pregiato in Abruzzo. Atti IV Congresso Nazionale SISEF, Potenza: 141-144
- Corazzesi A, Tani A, Pelleri F (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 Istituto Sperimentale Selvicoltura 36: 37-48
- Cutini A, Giannini T (2009) - Effetti della consociazione con *Alnus cordata* sulla funzionalità di impianti di noce comune (*Juglans regia* L.) sottoposti a diradamento. Forest@ 6: 29-38
- Cutini A, Martini M, Buresti Lattes E (1997) - Effetti delle consociazioni con ontano napoletano in impianti di farnia. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Vol. XXVe, XXVI, p. 261-283.
- Cutini A, Martini M, Buresti Lattes E (1997) - Effetti delle consociazioni con ontano napoletano in impianti di farnia. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Vol. XXVe, XXVI, p. 261-283.
- De Meo I, Mori P, Pelleri F, Buresti E (1999) - Prime indicazioni sugli interventi di diradamento nelle piantagioni di arboricoltura da legno. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 43: 15-20
- Delate K, Holzmueller E, Frederick DD, Mize C, Brummer C (2005) - Tree establishment and growth using forage ground covers in an alley-cropped system in Midwestern USA. Agroforestry systems 65, 43–52.
- Di Vaio, C, Minotta G (2005) - Indagine sulla coltivazione del noce da legno in Campania. Forest@ 2, 185–197.
- Facciotto G, Minotta G, Paris P, Pelleri F (2015) - Tree farming, Agroforestry and the New Green Revolution. A necessary alliance. Proceeding of II international Congress of Silviculture. Florence November 26-29 2014. pp 658-669
- Facciotto G, Minotta G, Zambruno GP (2003) - Analisi della produttività dei cloni di pioppo *Dvina*, *Lena* e *Neva*. In: Atti IV Congresso Nazionale SISEF, Meridiani Forestali, Università degli Studi della Basilicata, Rifreddo (PZ), 7-10 ottobre 2003: 151-158
- Falcioni S, De Meo I, Buresti Lattes E (1996) - La potatura del noce: descrizione delle

- tecniche più utilizzate-. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi. 12: (5-96)
- Felix Ponder JR (1988) – Weed control and autumn-olive affect early growth and survival of black walnut in a hardwood clearcut. *New Forests* 2: 195-201
- Fischer RF, Binkley D (2000) - Ecology and Management of Forest Soils. John Wiley and Sons (ed), New York
- Forrester DI, Bauhus J, Cowie AL, Vanclay JK (2006) - Mixed-species plantation of Eucalyptus with nitrogen fixing trees: a review. *Forest Ecology and Management* 233: 211-230
- Fratteggiani M, Mercurio R, Primavera F (1996) - Relazione tra tessitura del suolo e coltivazione del noce da legno. *Giornale Botanico Italiano*. Vol. 130 (1) pp 421
- Gavaland A, Duval H, Willm J, Burnel L (2006)- Exemples d'amélioration de la croissance et de la forme du noyer hybride pour l'accompagnement ligneux. *Forêt-entreprise* 170 (5), 26–31.
- George BH, Brennan PD (2002) - Herbicide are more cost-effective than alternative weed control methods for increasing early growth of *Eucalyptus dunnii* and *Eucalyptus saligna*. *New Forest* 24(2):147-163.
- Giannini R, Mercurio R (1997) - Il Noce comune per la produzione legnosa. Avenue media, Bologna.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) - PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica* 4(1): 9 pp
- Hansen EA, Dawson JO (1982) - Effect of *Alnus glutinosa* on hybrid populus height growth in a short-rotation intensively cultured plantation. *Forest Science* 28(1):49-59
- Hemery GE (2001) – Growing walnut in mixed stands. *Quarterly Journal of Forestry* 95(1): 31-36
- Hilbert DW, Canadell J (1995) - Biomass partitioning and resource allocation of plants from Mediterranean-type ecosystems: possible responses to elevated atmospheric CO₂. In: J. M. Moreno JM Oechel WC (ed) *Global Change and Mediterranean-Type Ecosystems* Springer-Verlag, New York pp 76–101.
- ISTAT (1992) - *Annuario di statistica Agraria*. Roma
- Jacamon M (1987) - *Guide de dendrologie*. Arbres, arbustes, arbrisseaux des forêts françaises. Tome II Feuillus. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des

Forêts (ENGREF), Nancy.

- Jacobs DF, Salifu KF, Davis AS (2009). Drought susceptibility and recovery of transplanted *Quercus rubra* seedlings in relation to root system morphology. *Annals of Forest Science* 66(5):235-251
- Kelty MJ (2006) - The role of the species mixture in plantation forestry. *Forest Ecology and Management* 233: 195-204
- Lambert F, Traux B, Gagnon D, Chevrier N (1994) Growth and N nutrition monitored by enzyme assays, in a hardwood plantation: effects of mulching materials and glyphosate applications. *Forest Ecology and Management* 70:231-244.
- Lauteri M, Alessio GA, Paris P (2006) - Using oxygen stable isotopes to investigate the soil-plant-atmosphere hydraulic continuum in complex stands of walnut. In: "Proceedings of the V International Walnut Symposium", Sorrento (NA) (Malvolti ME, Avanzato M eds). *Acta Horticulturae* 705: 223-230.
- Lehmkuhler MS Kerley MS, Garrett HE, Cutter BE, Mc Graw RL (1999) - Comparison of continuous and rational silvopastoral systems for established walnut plantations in southwest Missouri, USA. *Agroforestry systems* 44, 267-279.
- Leslie CE, Mc Granaham GH (1988) - Native populations of *Juglans regia*: a draft. International Conference on Walnut. Yalova, Turkey. Ataturk Central Horticultural Research Institute (Ed.) pp 111-124
- Lloret F, Casanova C, Peñuelas J (1999). Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Function Ecology* 13(2):210-216
- Mapelli S (1995) - Walnut plant resistance to soil hypoxia: comparison between *J regia* and hybrid plants. In: *Development of Walnut Trees for Wood and Fruit Production*.
- Marchino L, Buresti Lattes E (2008) - Nuove tendenze nell'arboricoltura da legno. Il *Divulgatore*. La filiera bosco legno.31 9/10: 56-64
- Marchino L, Ravagni S (2007). Effetti del diradamento in impianti puri di noce. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi*, 139: 40-41
- Mariano A, Gemignani G (1992) - La coltivazione del noce. In: *Atti del XII Convegno pomologico "La coltura del noce"*, Caserta 4 luglio
- Mattioli F, Mori P (2015) - Piantagioni policicliche: crescono di più le piante le piante

- interne di quelle esterne. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi. 209: 11-14
- Minotta G (1990) - La coltura del noce da frutto e a duplice attitudine produttiva in collina e in montagna. Monti e Boschi 41(1): 40-41
- Minotta G (1992) - La nocicoltura a duplice attitudine. In: Atti del XII Convegno pomologico "La coltura del noce", Caserta 4 luglio: 140-150
- Mohni C, Pelleri F, Hemery GE (2009) - The modern silviculture of *Juglans regia* L: a literature review. DIE BODENKULTUR 60 (3): 19-32.
- Mori P, Buresti Lattes E (2002) - Le piantagioni da legno realizzate con il Reg. 2080/92. Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 80: 15-20
- Navarro RM, Villar Salvador P, Del Campo A (2006). Morfología y establecimiento de plantones. In Cortina j, Penuelas JL, Puértolas J, Savé R, Vilagrosa A (ed) Calidad de Planta Forestal Para la Restauración en Ambientes Mediterráneos. Estado Actual de Conocimientos. Ministerio de Medio Ambiente, Serie Forestal, Madrid pp 67-88
- Nosenzo A, Berretti R, Boetto G (2008) - Piantagioni da legno. Valutazione degli assortimenti ritraibili. Sherwood - Foreste e Alberi Oggi, 145: 15-19
- Oosterbaan A, Schepers H, Kwanten E (2006) - Walnut as a farm crop in the Netherlands: an agroforestry project in the east and selection of cultivars for organic cultivation in the north. In: Proceedings of the 5th international walnut symposium. Acta Horticulturae (ISHS), Leuven, Belgium. 27–34.
- Paris P, Alessio GA, Alimonti M, Olimpieri G, Lauteri M (2008) - Relazioni idriche in impianti puri con accessorie. Competizione o sinergia? Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi 139: 22-24.
- Paris P, Alessio GA, Alimonti M, Olimpieri G, Lauteri M (2008) - Relazioni idriche in impianti puri con accessorie. Competizione o sinergia? Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi. 139: 22-24.
- Paris P, Olimpieri G (1993) - Aspetti consociativi degli imboschimenti di noce: risultati preliminari di un impianto di consociazione noce (*Juglans* sp.) medica (*Medicago sativa* L.). Atti del convegno "Imboschimenti con noce: orientamenti culturali e produttivi. Linea ecologica. speciale, 39–42.
- Paris P, Pisanelli A, Todaro L, Olimpieri G, Cannata F (2005) - Growth and water

- relations of walnut trees (*Juglans regia* L.) on a mesic site in central Italy: effects of understorey herbs and polyethylene mulching. *Agroforestry systems* 65, 113–121.
- Pedlar JD, McKenney DW, Fraleigh S (2006) - Planting black walnut in southern Ontario: midrotation assessment of growth, yield, and silvicultural treatments. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 495-504.
- Pelleri F, Bianchetto E, Bidini C, Vitone A (2014) - Polycyclical plantation walnut, poplar and SRF: a plantation in Lodi Province Northern Italy. Poster presentato AgroCop Conference CNR IBAF Porano 16-17 Ottobre 2014
- Pelleri F, Ravagni S, Bianchetto E, Bidini C (2013) - Comparing growth in a mixed plantation (walnut, poplar and nurse trees) with different planting designs: results from an experimental plantation in northern Italy. *Annals of Silvicultural Research* 37(1): 13-21
- Pelleri F, Ravagni S, Buresti Lattes E, Mori P (2004) – Diradamenti. In “Conduzione e valutazione degli impianti di arboricoltura da legno” a cura di E.Buresti Lattes e Paolo Mori. Edizioni Arsia: 64-73
- Pelleri F., Ravagni S., Bianchetto E., Bidini C., (2013b) – Comparing growth rate in mixed plantation (walnut, poplar and nurse trees) with different planting design: results from an experimental plantation in northern Italy. *Annals of Silvicultural Research* 37: 13-21
- Petrella F, Piazzini M (2006) - Carbonio nei suoli seminaturali piemontesi. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi* anno 12 (6): 29-34
- Piotto D (2008) - A meta-analysis comparing tree growth in monoculture and in mixed plantations. *Forest Ecology and management* 255: 781-786
- Pisanelli A, Ecosse A, Perali A, Scarascia Mugnozza G, Cannata F, Olimpieri G, Paris P (2006) – I sistemi Agroforestali in Europa. *Alberi e territorio* 12, 12–16.
- Pommering A, Murphy ST (2004) - A review of the history, definition and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry* 77(1): 27-44
- Ravagni S, Buresti Lattes E (2003) - Piantagioni con pioppo e noce comune. *Sherwood. Foreste ed Alberi Oggi*. anno 9 (10): 19-24 pp
- Savill PS (1991) - The silviculture of trees used in British forestry. CAB International,

- Wallingford.
- Schlesinger RC, Williams RD (1984) – Growth response of black walnut to interplanted trees. *Forest Ecology and Management* 9: 235-243
- Schütz JP (1990) - Die Waldbaulichen Möglichkeiten und Grenzen von Mischbestockungen. *Acta XIX IUFRO World Congress (Vol.1)*. Montréal: 468-477
- Schütz JP (2001) - Opportunities and strategies of transforming regular forest to irregular forest. *Forest Ecology and Management* 151: 87-94
- Sofletea N, Curtu L (2007) - Dendrologie. Editura Universităţii Transilvania, Braşov.
- Stark C 2000 - Control of *Elaeagnus umbellata* - (Autumn Olive). *Restoration and Reclamation review*. Student on-line Journal, Department of Horticultural Science University of Minnesota, St. Paul MN 6 (3): 1-6.
- StatSoft Italia srl (2005) - STATISTICA (sistema software di analisi dei dati), versione 7.1. www.statsoft.it
- Tani A, Adduci MG, Barbarotti S, Maltoni A, Mariotti B (2007) - Caratterizzazione morfologica di differenti tipi di postime di *Juglans regia* L. destinati a piantagioni di arboricoltura da legno. *Forest@* 4 (2): 227-234
- Tani A, Maltoni A, Mariotti B, Buresti Lattes E (2006) - *Juglans regia* L. tree plantations for wood production in mining area of S. Barbara (AR): Evaluation of N-fixing accessory trees effect. *Forest@* 3 (4), 588–597.
- Tani A, Maltoni A, Mariotti B (2008) - Noce da legno e specie azotofissatrici. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi* 139: 15-17.
- Todaro L, Paris P, Cannata F, Olimpieri G, Quartulli S (2005) - Primi risultati sulla valorizzazione del legname di ontano napoletano in consociazione con il noce comune. In: *Atti IV Congresso Nazionale S.I.S.E.F. “Meridiani Foreste”* (Caivano F, Girardi T, Pierangeli D, Borghetti M eds). Riforma (PZ), pp. 221-224.
- Tufekcioglu A, Raich JW, Isenhardt TM, Schultz RC (1999). Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems* 44(2-3):163–174
- Van Miegroet H, Cole DW (1985) - Acidification sources in red alder and douglas-fir

soils. Importance of nitrification. Soil Science Society of America Journal 49: 1274-1279

Vidal C, Becquay J (2008) - Enseignements de deux plantations mèlangées de peupliers et de noyers hybrides. Forêt-entreprise 214, 31–36.

Vidal C, Becquay J (2008) - Le mélange peuplier-noyer est el économiquement intéressant? Institut pour le Développement Forestier - Forêt Enterprise 178: 31-36

Weitz M (2014) - Cooperation concepts for dedicated biomass production via Short Rotation Plantations. Opportunities for decentralised biomass heat and power in Europe. Presentation at the 22 European Biomass Conferenze and Exhibition, Hamburg

Zazzi D (1990) - Risultati qualitativi e auxometrici di una prova di concimazione controllata su di un impianto di *Juglans regia* L. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura 21: 197-214

Ai miei nipoti Agata, Francesca, Virginia, Vitantonio e Davide.... il futuro vi appartiene...