

Sezione Speciale: Atti 5° Congresso SISEF: Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie  
(a cura di: E. Lingua, R. Marzano, G. Minotta, R. Motta, A. Nosenzo, G. Bovio)

## Gli impianti da legno di *Juglans regia* realizzati nell'area mineraria di S. Barbara (AR). Valutazione dell'effetto di piante azotofissatrici accessorie

Tani A\* <sup>(1)</sup>, Maltoni A <sup>(1)</sup>, Mariotti B <sup>(1)</sup>, Buresti Lattes E <sup>(2)</sup>

(1) Università degli Studi di Firenze. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali (DISTAF) - Via S. Bonaventura, 13. 50145 Firenze (Italy); (2) CRA Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo (CRA ISSA), Viale Santa Margherita 80, Arezzo (Italy) - \*Corresponding author: Andrea Tani (andrea.tani@unifi.it).

**Abstract:** *Juglans regia* L. tree plantations for wood production in mining area of S. Barbara (AR). Evaluation of N-fixing accessory trees effect. The study was carried out in experimental plots located in the Arno valley (Cavri-glia, province of Arezzo - Italy). The experimental plots, walnut (*Juglans regia* L.) plantations both pure and mixed to accessory trees (*Alnus cordata* Loisel., *Corylus avellana* L., *Eleagnus angustifolia* L. and *Robinia pseudoacacia* L.), were established in 1986 and 1989. Data on grown and architectural characteristics were collected in different periods on trees aged 9, 13 and 16. Walnut trees grown with accessory trees showed the best performances, especially if associated with N-fixing species. These positive effects are probably due to many co-occurring favourable causes, a remarkable aspect of which is the higher availability of N. To better investigate the above effect, N concentration in the soil and in walnut leaves was measured in plantations both pure and mixed with Italian alder (*Alnus cordata*) or black locust (*Robinia pseudoacacia*), and N concentration values were compared with growth characteristics. The results showed that *Juglans regia* trees associated with Italian alder grow faster, with straighter stems and better stem shapes for qualified wood production. Even if walnut trees growing in plantations with black locust show similar N concentration values, growth performances are worse.

**Keywords:** *Juglans regia*, Wood plantations, Accessories trees, N-fixing trees.

Received: Dec 21, 2005 - Accepted: Sep 20, 2006.

**Citation:** Tani A, Maltoni A, Mariotti B, Buresti Lattes E, 2006. Gli impianti da legno di *Juglans regia* realizzati nell'area mineraria di S. Barbara (AR). Valutazione dell'effetto di piante azotofissatrici accessorie. Forest@ 3 (4): 588-597. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

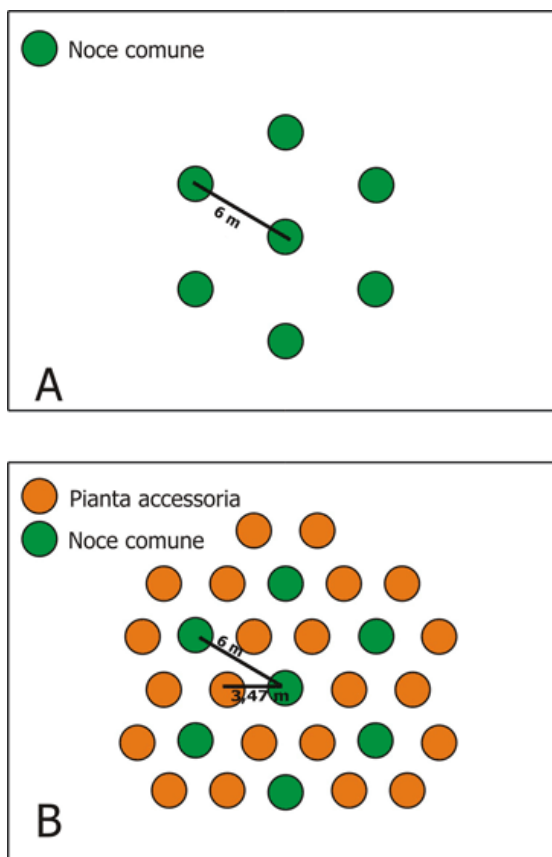
### Premessa

A partire dagli anni '90 vari provvedimenti comunitari hanno contribuito alla realizzazione di numerosi impianti di arboricoltura da legno con latifoglie indigene pregiate; il noce comune, per il suo valore commerciale, è risultata essere fra le specie più impiegate. Nel corso degli anni si è andata diffondendo la pratica di realizzare piantagioni ricorrendo a mescolanze con specie legnose, arboree ed arbustive, al fine di migliorare la produzione legnosa delle piante principali e di ridurre l'intensività di coltivazione.

Il presente contributo rappresenta la sintesi di diverse esperienze condotte negli impianti sperimenta-

li realizzati dal CRA-ISSA (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo) nell'area mineraria di S. Barbara (AR); tali parcelle sono le prime, costituite in Italia, per lo studio di aspetti concernenti l'arboricoltura da legno. Scopo dell'indagine è quello di valutare l'effetto di varie mescolanze sull'accrescimento e la conformazione di piante di noce comune facendo ricorso a dati rilevati dal 1997 al 2002. Vengono inoltre indagati alcuni possibili meccanismi causali, in particolare si prendono in considerazione aspetti nutrizionali, relativi all'azoto, e aspetti qualitativi della radiazione solare.

**Fig. 1** - Impianto di Vincesimo: sestini e distanze di impianto.



**A**  
Noce allevato in purezza  
(densità dell'impianto 319 p/ha;  
setto dell'impianto a settonce  
6x5,19 m)

**B**  
Noce allevato con piante accessorie  
(densità dell'impianto 1279 p/ha;  
setto di impianto del noce vedi  
schema A)

In questo lavoro per quanto riguarda la terminologia tecnica si fa riferimento al glossario di arboricoltura scaricabile da sito: <http://www.arboricoltura.it/GLOSSARIO/DGlossario.htm>.

## Materiali e metodi

### L'ambiente di studio e piani sperimentali

Sono state considerate complessivamente 20 parcelle sperimentali all'interno degli impianti situati a S. Barbara, nel comune Caviglia (AR) in un comprensorio di proprietà ENEL; si tratta di una vasta area dove sono stati riportati, mescolandoli, gli strati di terreno asportati dalle vicine miniere a cielo aperto di lignite, attualmente dismesse. I suoli delle aree sperimentali risultano pertanto piuttosto eterogenei: dalle analisi effettuate (Buresti 1984) risulta che la tessitura è argilloso-limosa (44 % limo e 30 % argilla), la porosità ridotta e la permeabilità scarsa; la capacità di scambio cationico è medio bassa (33 meq/100 gr) e la quantità di basi scambiabili non è molto elevata, in particolare  $Ca^{2+}$  risulta poco presente. La disponibilità di macroelementi è medio bassa; i valori di N totale sono compresi tra 0.04 e 0.1 %, P assimilabile varia tra 18 e 40 ppm e K tra 212 e 457 ppm. La reazione è subacida, con pH, in acqua, va-

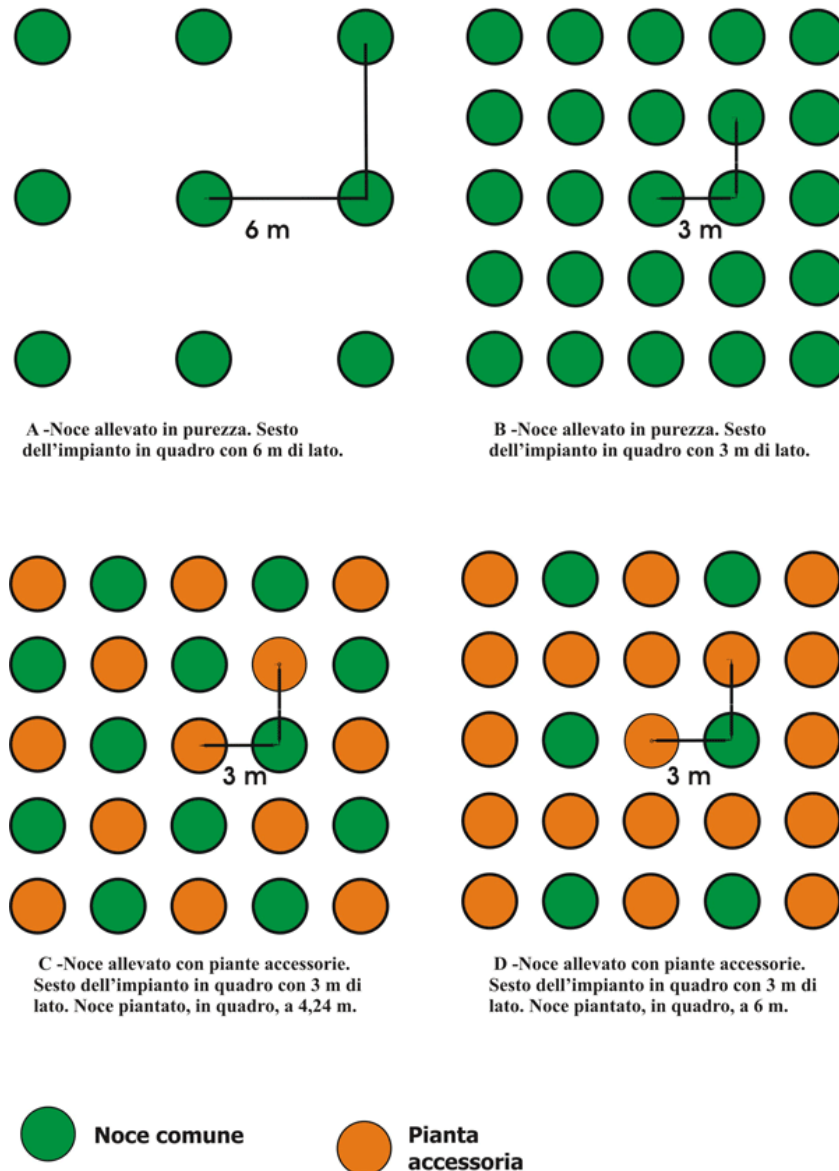
riabile tra 5.2 e 6.9 (in media 5.6). Il clima è caratterizzato da precipitazioni medie annue pari a 940 mm e da una temperatura media annua di 13 °C, con periodo di aridità limitato al mese di luglio; gelate tardive possono verificarsi fino al mese di aprile.

Le parcelle sperimentali si trovano in 3 diversi impianti denominati: Vincesimo, Borbuio parte alta e Borbuio parte bassa. I rilievi sulle piante di noce hanno riguardato caratteri relativi all'accrescimento e alla conformazione delle chiome. I dati, verificata la normalità della distribuzione, sono stati sottoposti ad ANOVA; in caso di valori di F significativi è stato applicato il test di Duncan.

### Impianto di Vincesimo

Questo impianto è stato costituito nel 1989, con postume di noce comune S1 di provenienza sconosciuta impiegato sia in purezza sia con piante accessorie azotofissatrici e non, utilizzando sestini e distanze di impianto diversi (Fig. 1).

Gli effetti della presenza di piante accessorie di specie diverse sono stati studiati ponendo a confronto, in 2 blocchi, 4 tesi: noce allevato in purezza (tesi 1 - Fig. 1a) e con (Fig. 1b) *Corylus avellana* L. (tesi 2), *Alnus cordata* Loisel. (tesi 3) e *Eleagnus angustifolia* L. (tesi 4).



**Fig. 2** - Impianto di Borbuio parte alta (A, B, C e D) e Borbuio parte bassa (B, C e D): sestì e distanze di impianto.

I rilievi sono stati eseguiti nel febbraio 1997 quando le piante avevano 9 anni (8 di impianto più 1 di vivaio) su un campione di 20 individui per parcella elementare.

Nelle parcelle impiegate per lo studio dell'effetto delle piante accessorie ed in una ulteriore, in cui il noce è allevato in purezza con sesto in quadro a distanza 3x3 m, sono state effettuate misurazioni del rapporto *red / far red* al fine di evidenziare l'effetto delle piante accessorie su aspetti qualitativi della radiazione che possono influenzare lo sviluppo e il portamento delle piante principali. Per saggiare la significatività delle differenze dei valori di *red / far red*

tra le tesi è stato utilizzato il *t* di Student.

#### Impianto di Borbuio parte alta

In questo impianto, costituito nell'inverno 1986/87 impiegando semenzali S1 di noce, di provenienza sconosciuta, e di ontano napoletano, è stato studiato l'effetto sulle piante di noce comune di due differenti densità di impianto, per l'allevamento in purezza, e di due diverse percentuali di presenza della specie azotofissatrice (50 % e 75 %); sono state considerate 4 parcelle costituite secondo sestì e distanze di impianto rappresentati in Fig. 2.

I rilievi sono stati eseguiti su 71 noci nell'inverno

**Tab. 1** - Impianto di Vinesimo. Valori del rapporto *red / far red*: risultati del test *t* di Student.

Impianto	<i>red / far red</i>
Noce con nocciolo	0.31 A
Noce con ontano	0.39 B
Noce con olivello	0.40 B
Noce in purezza 3x3	0.41 B
Noce in purezza 6x5.19	1.0 C

1998-1999, quando le piante avevano 13 anni.

### Impianto di Borbuio parte bassa

L'anno di impianto di Borbuio basso è lo stesso di Borbuio alto ed il postime di noce comune impiegato appartiene allo stesso lotto di materiale.

In questo impianto sono stati studiati due aspetti: a) effetto sull'accrescimento e sulla conformazione dei noci della presenza, in due diverse percentuali (50 % e 75 %, in seguito denominate gradi di mescolanza), di due specie azotofissatrici (ontano e robinia) e b) variazione della concentrazione di azoto nelle foglie di noce, durante la stagione vegetativa, e nel terreno in relazione al tipo e grado di mescolanza.

Le parcelle sperimentali considerate sono 5: noce comune allevato in purezza (tesi 1, Fig. 2b); noce allevato con ontano napoletano in due gradi di mescolanza (tesi 2 e 3, Fig. 2c e 2d); noce allevato con robinia in due gradi di mescolanza (tesi 4 e 5, Fig. 2c e 2d). I rilievi sono stati effettuati nell'inverno 2000-2001, quando le piante avevano 16 anni. I principali caratteri dendrometrici sono stati rilevati su un campione di 153 piante di noce appartenenti alle 5 tesi considerate; quelli relativi alla conformazione delle piante su un sottocampione di 24 individui equamente ripartiti tra le tesi 1, 2 e 3.

Lo studio sulla concentrazione di azoto nelle piante di noce ha riguardato più aspetti: b<sub>1</sub>) variazione della concentrazione di N nelle foglie prelevate nella parte superiore della chioma, in diversi periodi della

stagione vegetativa, ricorrendo, nel 2001, a 8 piante per le tesi 1, 2 e 3 e nel 2002 a un solo campione per ognuna delle 5 diverse tesi ottenuto mescolando le foglie di 4 piante; b<sub>2</sub>) presenza di N nel suolo, analizzando, nel 2002, un campione sintetico derivato da 8 prelievi per ognuna delle 5 tesi. Sono state calcolate matrici di correlazione tra concentrazione di N fogliare e vari parametri dell'accrescimento.

### Risultati e Discussione

La presentazione dei risultati viene riportata trattando, separatamente, l'effetto della mescolanza di specie sui parametri ambientali considerati (A) e l'effetto della presenza delle piante accessorie sulle piante principali (B). Il commento dei risultati al punto A verrà effettuato congiuntamente all'esposizione dei risultati del punto B.

#### A) Effetti su parametri ambientali

Va premesso che lo studio delle influenze sui parametri ambientali esercitati dalla presenza di piante accessorie è tuttora in corso nell'ambito del Progetto RI.SEL.VITALIA finanziato dal MiPAF. In questa fase è pertanto possibile fare riferimento solamente a risultati preliminari.

Per ciò che riguarda le modificazioni del microclima luminoso si è considerato il rapporto *red / far red* che in studi sullo sviluppo della rinnovazione forestale è risultato stimolare, in presenza di valori più bassi, l'allungamento della freccia apicale (Morgan et al. 1983, Ballaré et al. 1987, Ballaré et al. 1990). Questo parametro - rilevato ad una altezza pari alla metà della chioma dei noci - presenta valori più bassi e statisticamente diversi per la mescolanza con nocciolo (Tab. 1). Le altre specie considerate, noce compreso, vanno a costituire un gruppo omogeneo. Nel caso in cui il noce è allevato secondo lo schema di Fig. 1a si osservano valori di *red / far red* nettamente più elevati e simili a quelli rilevabili in piena luce; ciò è molto probabilmente dovuto al fatto che le distanze di impianto utilizzate in questa parcella sperimenta-

**Tab. 2** - Impianto di Borbuio basso. Risultati delle analisi del suolo.

Impianto	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Tessitura	K ass. (K) ppm	K ass. (K <sub>2</sub> O) ppm	Ntot (%)	P ass. (P) ppm	P ass. (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ppm	C.S.C. meq 100g <sup>-1</sup>	pH
N. in purezza	30	54	16	Franco Limoso	496	595	0.22	20.5	46.9	27.9	6.5
con ont. 50%	45	43	12	Franco	281	337	0.18	21.3	48.8	21.6	6.06
con ont. 75%	39	49	12	Franco	502	602	0.35	25.3	57.9	29.3	6.23
con rob. 50%	41	45	14	Franco	380	456	0.29	20.4	46.7	28.2	5.43
con rob. 75%	45	45	10	Franco	336	403	0.32	19.2	44	28.5	5.45

le, unitamente alle dimensioni ancora piuttosto modeste delle piante, determinano, per ognuna di queste, condizioni di illuminazione simili a quelle di alberi isolati.

Le analisi del suolo (Tab. 2) effettuate nelle aree ospitanti le tesi poste a confronto nell'impianto di Borbuio basso, evidenziano la tendenza ad un aumento del valore di N in presenza di specie azotofissatrici, solamente nel caso della tesi con ontano al 50 % si osservano valori di N al suolo pressoché simili e solo di poco inferiori a quelli della tesi con noce in purezza. Tale risultato apparentemente anomalo potrebbe essere imputato alle modalità di campionamento. La disponibilità di N al suolo comunque cresce all'aumentare della presenza di piante azotofissatrici, come osservato in analoghe esperienze americane con *Juglans nigra* (Paschke et al. 1989, Friedrich & Dawson 1984). La robinia, rispetto all'ontano, sembra favorire la diminuzione del pH del terreno.

Le analisi chimiche effettuate sulle foglie (Tab. 3) evidenziano, indipendentemente dal tipo di tesi confrontata, una generale tendenza alla riduzione della concentrazione di N all'avvicinarsi del periodo della loro caduta. Ciò denota la capacità della specie di traslocare l'elemento dalle foglie ad altri comparti della pianta. I noci allevati con specie azotofissatrici hanno concentrazioni di N nelle foglie nettamente

**Tab. 3** - Impianto di Borbuio basso. Risultati delle analisi del contenuto di N nelle foglie relativi alla stagione vegetativa 2002; tra parentesi quelli relativi alla stagione 2001.

Impianto	N <sub>tot</sub> foglie giugno %	N <sub>tot</sub> foglie ottobre %
Noce in purezza	2.30	1.48 (1.47 A)
Noce con ontano 50%	2.68	1.62 (2.07 B)
Noce con ontano 75%	2.65	1.98 (2.18 B)
Noce con robinia 50%	2.49	1.93 -----
Noce con robinia 75%	3.10	2.28 -----

superiori rispetto a quelli allevate in purezza. Il positivo effetto della presenza della pianta accessoria è ulteriormente avvalorato dal fatto che la concentrazione di N nelle foglie aumenta all'aumentare della presenza delle piante azotofissatrici. Ulteriore conferma a quanto riportato deriva dal fatto che tali risultati si ripetono in due diverse stagioni vegetative.

#### B) Effetti sulla specie principale

#### Accrescimento

Per ciò che concerne l'entità degli accrescimenti, dall'esame complessivo della Tab. 4, emerge una generale superiorità, per altezza e diametro, delle pian-

**Tab. 4** - Entità dell'accrescimento negli impianti considerati. Valori dei principali parametri dendrometrici (diametro al colletto - D<sub>coll</sub>, diametro a 1.30 m - D<sub>1.30</sub>, altezza totale - H<sub>tot</sub>): risultati dell'ANOVA e relativo test di Duncan.

a) Impianto di Vinesimo età piante: 9 anni	D <sub>coll</sub> (cm)	H <sub>tot</sub> (m)
	F = 0.334 n.s.	F = 0.0472 n.s.
Noce in purezza	8.1	3.51
Noce nocciolo	8.6	4.41
Noce olivello	9.4	5.09
Noce ontano	10.1	5.11
b) Impianto Borbuio alto età piante: 13 anni	D <sub>1.30</sub> (cm)	H <sub>tot</sub> (m)
	F = 4.93*	F = 6.15**
Noce in purezza 3x3 m	9.2 A	7.82 A
Noce ontano 50%	8.7 A	7.69 A
Noce ontano 75%	10.6 B	9.09 B
c) Impianto Borbuio basso età piante: 16 anni	D <sub>1.30</sub> (cm)	H <sub>tot</sub> (m)
	F = 14.358**	F = 77.211**
Noce in purezza	9.4 BC	7.4 A
Noce ontano 50%	10.7 CD	10.5 D
Noce ontano 75%	11.1 D	11.7 E
Noce robinia 50%	8.0 A	8.5 B
Noce robinia 75%	8.4 AB	9.3 C

te di noce allevate con piante accessorie rispetto a quelle allevate in purezza, anche se nel caso dell'impianto di 9 anni (Vincenzo - Tab. 4a) non si evidenziano differenze significative. Sempre in generale si osserva che lo stimolo ad un maggiore accrescimento, dovuto alla presenza di piante accessorie, risulta più frequente per l'altezza delle piante rispetto al diametro. Tra le varie specie consociate con il noce, nelle parcelle sperimentali oggetto di questo lavoro, va rilevato che queste manifestano effetti diversi. A Vincenzo l'impiego del nocciolo, in base al confronto dei valori medi, determina una influenza positiva più modesta rispetto alle altre specie sull'accrescimento delle piante di noce. Se da un lato ciò è spiegabile con il fatto che il nocciolo, contrariamente a ontano e olivello, non è specie azotofissatrice, dall'altro si evidenzia comunque un positivo effetto delle piante di accompagnamento non riconducibile esclusivamente ad aspetti nutrizionali. Buresti & De Meo (1998) osservano infatti che una positiva influenza sull'accrescimento del noce viene esercitata anche da altre specie quali ciliegio, frassino, ecc. Bisogna tuttavia osservare che negli impianti di Borbuio, nell'ambito delle tesi con ontano napoletano, gli accrescimenti delle piante di noce sono assai più marcati dove questo è presente in maggiore percentuale (75

%). Il positivo effetto della mescolanza con specie azotofissatrici è stato osservato anche in analoghe esperienze americane sul noce nero (Campbell & Dawson 1989, Friedrich & Dawson 1984, Clark & Williams 1979, Schlesinger & Williams 1984). Diverso è il caso della robinia che sulla base dei risultati dell'impianto di Borbuio basso (Tab. 4c) sembra instaurare, con la specie principale, una competizione che determina effetti positivi più modesti rispetto all'ontano per l'altezza delle piante e addirittura negativi per ciò che riguarda il diametro. Ciò può essere spiegato con la forte competizione che la robinia esercita sui noci sin dai primi anni di impianto.

Un aspetto da non trascurare è rappresentato dal fatto che la presenza di specie consociate determina anche una maggiore omogeneità per ciò che riguarda le dimensioni delle piante di noce. Si osserva infatti (Tab. 5), generalmente, che all'aumentare dell'età delle piante, i noci allevati in consociazione fanno registrare valori più bassi di D. S. e *range* di variabilità più contenuti. L'effetto condizionante dovuto alla competizione esercitata tra le specie impiegate tende, almeno per ciò che riguarda i parametri di accrescimento, a ridurre la naturale variabilità intraspecifica di un materiale di propagazione geneticamente eterogeneo (non selezionato). Tale fenomeno non si os-

**Tab. 5** - Omogeneità degli accrescimenti negli impianti considerati. Valori medi dei principali parametri dendrometrici (diametro al colletto -  $D_{coll}$ , diametro a 1.30 m -  $D_{1.30}$ , altezza totale -  $H_{tot}$ ), relative deviazioni standard (D.S.) e intervallo di variazione (*range*).

a) Impianto Vincenzo età piante: 9 anni	$D_{coll}$ (cm)			$H_{tot}$ (m)		
	Media	D.S.	range	Media	D.S.	range
Noce puro	8.1	2.310	8.5	3.50	0.902	3.3
Noce nocciolo	8.6	1.680	6.6	4.42	0.737	3.4
Noce olivello	9.4	2.353	9.6	5.09	1.062	4.4
Noce ontano	10.1	3.230	11.3	5.09	1.403	4.8
b) Impianto Borbuio alto età piante: 13 anni	$D_{1.30}$ (cm)			$H_{tot}$ (m)		
	Media	D.S.	range	Media	D.S.	range
Noce puro 6x6	9.1	3.105	12.2	6.13	1.458	5.1
Noce puro 3x3	9.2	2.179	7.2	7.81	1.648	5.9
Noce ontano 50%	8.7	1.384	5.0	7.70	1.147	3.1
Noce ontano 75%	10.6	1.947	8.0	9.08	0.966	4.0
c) Impianto Borbuio basso età piante: 16 anni	$D_{1.30}$ (cm)			$H_{tot}$ (m)		
	Media	D.S.	range	Media	D.S.	range
Noce puro 3x3	9.4	2.162	10.9	7.4	1.328	7.2
Noce ontano 50%	10.7	1.685	7.7	10.5	0.767	2.9
Noce ontano 75%	11.1	1.974	5.8	11.7	1.164	4.8
Noce robinia 50%	8.0	2.329	7.2	8.5	0.921	4.2
Noce robinia 75%	8.4	1.811	7.0	9.3	0.840	3.3

**Tab. 6** - Impianto di Borbuio alto. Confronto tra densità di piantagione per il noce allevato in purezza: risultati dell'ANOVA per diametro a 1.30 m, diametro a 3.5 m, altezza totale e rapporto ipsodiametrico.

Impianto	D <sub>1.30</sub> (cm)	D <sub>3.5</sub> (cm)	H <sub>tot</sub> (cm)	H <sub>tot</sub> /D <sub>1.30</sub>
	F= 0.005 n.s.	F= 2.33 n.s.	F= 11.77 **	F=25.69 **
Noce in purezza 3x3 m	9.2	5.4	7.82	85.73
Noce in purezza 6x6 m	9.1	4.1	6.13	70.10

serva nell'impianto di Vinesimo in quanto, probabilmente, la minore età delle piante e il conseguente minore sviluppo di queste non consente ancora l'instaurarsi di rapporti di interazione sufficientemente condizionanti.

Il piano sperimentale adottato permette di scorporare l'effetto della presenza di piante accessorie dall'effetto densità. Nell'impianto di Borbuio alto dal confronto, a 13 anni di età, tra impianti puri a differenti densità (Tab. 6) si nota un positivo e significativo effetto della maggiore densità sull'altezza delle piante (+28%) mentre per il diametro, almeno in questa fase di sviluppo del popolamento, non si osservano differenze apprezzabili. L'effetto di stimolo dell'accrescimento longitudinale risulta però inferiore, e statisticamente differente, rispetto a quello che si realizza nella parcella in cui la stessa densità viene ottenuta impiegando per il 75 % ontano napoletano (ulteriore +16 % rispetto al noce puro). La maggiore disponibilità di N, conseguente alla presenza dell'ontano, contribuisce all'ottenimento di tale risultato. Merita di essere osservato anche un altro importante fenomeno: contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare nell'impianto più denso con il 75% di presenza di ontano napoletano si ottengono valori medi

**Tab. 7** - Conformazione del fusto. Valori del rapporto ipsodiametrico negli impianti considerati: risultati dell'ANOVA e relativo test di Duncan.

Vinesimo	H <sub>tot</sub> /D <sub>coll</sub> F= 10.981*	Borbuio alto	H <sub>tot</sub> /D <sub>1.30</sub> F=0.29 n.s.	Borbuio basso	H <sub>tot</sub> /D <sub>1.30</sub> F= 17.843**
Noce in purezza	42.96 A	Noce in purezza 3x3 m	85.73	Noce in purezza	79.99 A
Noce nocciolo	51.05 B	Noce ontano 50%	88.58	Noce ontano 50%	100.23 B
Noce olivello	54.43 B	Noce ontano 75%	87.14	Noce ontano 75%	107.38 BC
Noce ontano	50.42 B	-	-	Noce robinia 50%	115.03 C
-	-	-	-	Noce robinia 75%	114.83 C

**Tab. 8** - Impianto di Borbuio alto. Conformazione del fusto: risultati dell'ANOVA e relativo test di Duncan per il carattere diametro misurato a 3.5 m.

Impianto	D <sub>3.5</sub> cm
	F= 6.76**
Noce in purezza 3x3 m	5.4 A
Noce ontano 50%	5.7 A
Noce ontano 75%	7.5 B

di diametro delle piante di noce nettamente superiori (+16%) rispetto a quelli rilevati nella parcella di noce puro a minore densità. Anche in questo caso l'effetto fertilizzante dovuto alla presenza della specie azotofissatrice può giocare un importante ruolo, ma non possono essere trascurate eventuali influenze legate alla conformazione della chioma della specie accessoria che, nel caso dell'ontano, risulta essere tendenzialmente piramidale e che per questo, pur stimolando l'allungamento dei fusti di noce, non ne limita l'accrescimento radiale grazie alla disponibilità di spazio e luce che, per le piante di noce, viene a realizzarsi nella parte superiore del piano di chioma.

#### Conformazione delle piante

Per ciò che riguarda la forma del fusto, dall'esame della Tab. 7 si osserva che la presenza di piante accessorie determina, costantemente, la formazione di fusti con i più alti valori del rapporto H/D, indice di scarsa rastremazione. Nel caso degli impianti di Vinesimo e Borbuio basso tali differenze risultano più marcate e statisticamente significative. Nelle Tab. 8 e Tab. 9 si osserva che le differenze tra i diametri dei fusti di noce allevati in purezza e di quelli allevati con ontano, rilevati a varie altezze, risultano sempre statisticamente maggiori quando siamo in presenza delle piante accessorie e che tali differenze tendono ad aumentare al crescere dell'altezza di rilievo (Tab. 10). Ciò fa supporre che, almeno nell'ambito della lunghezza minima del toppe da lavoro (3.5 m), con

**Tab. 9** - Impianto di Borbuio basso. Conformazione del fusto: risultati dell'ANOVA e relativo test di Duncan per i caratteri diametro misurato a varie altezze e rapporto  $D_{3.5}/D_{1.30}$ .

Impianto	N	$D_{0.5}$	$D_{1.0}$	$D_{1.5}$	$D_{2.0}$	$D_{2.5}$	$D_{3.0}$	$D_{3.5}$	$D_{3.5}/D_{1.30}$
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	-
		F=3.36*	F=5.81**	F=5.34*	F=4.90*	F=12.77**	F=15.94**	F=16.17**	F=35.95**
Noce puro	8	11.12A	9.85A	9.27A	8.86A	7.63A	6.67A	5.65A	0.59A
Ontano 50%	8	12.45AB	11.58AB	10.96B	10.58B	10.02B	9.80B	9.23B	0.81B
Ontano 75%	8	13.5B	12.50B	11.87B	11.07B	10.82B	10.15B	9.78B	0.81B

**Tab. 10** - Impianto di Borbuio basso. Correlazione tra  $N$  totale (%) nelle foglie dei noci con: altezza totale, rapporto ipsodiametrico e diametri delle piante di noce rilevati a varie altezze (valori di  $r$  e significatività).

Parametro	$N_{tot}$ %
$D_0$	0.45 *
$D_{0.5}$	0.41 *
$D_{1.0}$	0.49 *
$D_{1.3}$	0.53 **
$D_{1.5}$	0.47 *
$D_{2.0}$	0.47 *
$D_{2.5}$	0.69 **
$D_{3.0}$	0.68 **
$H_{tot}$	0.89 **
$H_{tot}/D_{1.3}$	0.75 **

la presenza di ontano si ottengano fusti più grandi e meno rastremati rispetto all'allevamento in purezza (sono attualmente in corso studi per corroborare tali risultati). Al contrario gli alti valori del rapporto  $H/D$  rilevati nel caso in cui sia stata adottata la robinia come pianta accessoria derivano da piante con diametro ridotto, simile a quello dei noci allevati in purezza, e con altezze nettamente inferiori a quelle raggiunte dal noce associato all'ontano.

**Tab. 11** - Impianto di Vinesimo. Numero medio di rami competitivi e valore medio dell'angolo di inserzione di questi sul fusto.

Impianto	Rami comp.	Angolo ins
	N°	(gradi)
Noce in purezza	1.45	32
Noce nocciolo	1.32	32
Noce olivello	1.05	30
Noce ontano	0.69	28

Per ciò che riguarda la ramosità delle piante i dati disponibili permettono la valutazione dei seguenti parametri: numero rami, articolazione e angolo di inserzione di questi. Sempre riferendosi a un esame complessivo delle tabelle emerge che il numero totale dei rami prodotti è maggiore per i noci allevati con ontano al 75%. In questo caso i rami di primo ordine risultano anche più sviluppati (Tab. 11, Tab. 12, e Tab. 13). Il livello di articolazione dei rami nei vari ordini risulta assai più influenzato dalla densità della piantagione che non dalla presenza di piante accessorie anche se, a parità di numero di piante  $ha^{-1}$ , i valori più bassi spettano alle piante di noce cresciute con ontano napoletano. Tali dati sono ovviamente influenzati dal fatto che le piante risultano essere di dimensioni notevolmente superiori rispetto a quelle allevate in purezza. Più interessante è il dato relativo al numero dei rami competitivi, cioè di quei rami che

**Tab. 12** - Impianto di Borbuio alto. Valore medio del numero di rami di 1°, 2° e 3° ordine e, per i rami di 1° ordine, loro distribuzione nelle varie porzioni del fusto e valori di angolo di inserzione.

Impianto	N° rami			R. 1° ord.					
				$H_{ins}$			Angolo		
	1° ord	2° ord	3° ord	0-1/3 h	1/3 h-2/3 h	2/3 h - h	0°-30°	30°-60°	60°-90°
N. in purezza 3x3 m	13.4	7.8	2.4	39.5%	46.9%	13.6%	43.5%	51.2%	5.3%
con ontano 50%	13.4	5.9	2.0	39.5%	46.9%	13.6%	44.6%	52.7%	2.7%
con ontano 75%	19.0	10.0	2.0	38.6%	51.8%	9.6%	45.4%	48.5%	6.1%
N. in purezza 6x6 m	10.3	10.3	6.5	40.6%	58.1%	1.3%	31.8%	56.5%	11.7%



**Tab. 13** - Impianto di Borbuio basso. Risultati dell'ANOVA e del test di Duncan per caratteri relativi al numero dei rami di primo ordine e allo sviluppo dei rami significativi. N = numero di osservazioni; D = diametro del ramo; Ang = angolo di inserzione del ramo; H<sub>insez</sub> = altezza di inserzione del ramo sul fusto; H<sub>rag</sub> = altezza raggiunta dal ramo; SV = sviluppo verticale del ramo (dato dalla differenza tra H<sub>rag</sub> e H<sub>insez</sub>).

Impianto	R. 1° ord.			R. sign.					
	N	N° totale F=7.66**	N° sign. F=1.37ns	N	D cm F=10.09* *	Ang ° F=3.06*	H <sub>insez</sub> m F=52.49**	H <sub>rag</sub> m F= 87.99**	SV m F=23.83* *
n. in purezza	8	40.75A	7.87	63	2.92A	42.14B	3.43A	5.48A	1.96A
con ont. 50%	8	44.62AB	6.37	52	3.62B	37.40AB	5.45B	8.55B	3.09B
con ont. 75%	8	55.87B	6.12	45	3.87B	36.11A	6.27C	10.00C	3.73B

per entità del loro sviluppo e per un ridotto angolo di apertura con il fusto comportano il rischio della formazione di forche. Si osserva un dimezzamento del numero medio di rami competitivi passando dall'impianto puro a quello con ontano napoletano. La presenza di piante accessorie riduce l'angolo di inserzione dei rami nelle piante di noce conferendo alla chioma di queste un andamento più assurgente e meno espanso. Complessivamente la presenza di piante di accompagnamento risulta influenzare, oltre alla forma del fusto, anche quella della chioma del noce dimostrandosi utile ai fini del raggiungimento dell'obiettivo produttivo. A prescindere dagli importanti aspetti quantitativi, l'arboricoltura da legno di qualità si pone come obiettivo l'ottenimento di piante la cui conformazione renda massime la quantità degli assortimenti ritraibili e la qualità tecnologica del legno prodotto (fusti singoli, diritti, di ridotta rastremazione, con cerchie annuali di ampiezza costante ed esenti da evidenti difetti). Complessivamente l'effetto consociazione da noi osservato sembra agevolare tale obiettivo.

### Conclusioni

Alla luce dei risultati del presente studio risulta evidente che la maggiore disponibilità di azoto, conseguente alla presenza di ontano napoletano, determina, almeno nell'ambiente studiato, miglioramenti per ciò che riguarda l'entità e le modalità di crescita delle piante di noce. Il fatto che ciò non accada nel caso della robinia e che il nocciolo - specie non azotofissatrice - favorisca (anche se in misura minore rispetto all'ontano) la crescita del noce, dimostra che la maggiore quantità di N non spiega a pieno il fenomeno. Restano quindi da indagare più approfonditamente gli aspetti relativi alle influenze che le varie specie consociate hanno nei confronti della disponibilità di spazio e sul microclima luminoso in termini

sia quantitativi sia qualitativi.

Come già accennato i risultati qui esposti si riferiscono ad un particolare ambiente che almeno in partenza, non risultava ottimale per la coltivazione del noce. Pertanto, prima di generalizzare tali conclusioni occorrerà attendere i risultati di esperienze analoghe, già in corso, ma condotte in ambienti a diverso grado di idoneità alla coltivazione del noce.

### Bibliografia

- Ballaré CL, Sanchez RA, Scopel AL, Casal JJ, Ghera CM (1987). Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. *Plant, Cell and environment* 10: 551-557.
- Ballaré CL, Scopel AL, Sanchez RA (1990). Far red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. *Science* 247: 329-332.
- Buresti E (1984). Il restauro forestale delle discariche minerarie dell'ENEL - Miniera di S. Barbara nel Valdarno. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo* XV: 156-171.
- Buresti E, De Meo I (1998). L'impiego delle consociazioni nelle piantagioni di arboricoltura da legno: primi risultati di un impianto di noce comune (*Juglans regia* L.). *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* 29: 57-66.
- Campbell GE, Dawson JO (1989). Growth, yield, and value projections for black walnut interplantings with black alder and autumn olive. *Northern Journal of Applied Forestry* 6(3): 129-132.
- Clark PM, Williams RD (1979). Black walnut growth increased when interplanted with nitrogen fixing shrubs and trees. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 88: 88-91.
- Friedrich JM, Dawson JO (1984). Soil nitrogen concentration and *Juglans nigra* growth in mixed plantation with nitrogen fixing *Alnus*, *Eleagnus*, *Lespedeza* and *Robinia* species. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 864-868.
- Morgan DC, Rook DA, Warrington IJ, Turnbull HL (1983).

- Growth and development of *Pinus radiata* D. Don. The effect of light quality. *Plant, Cell and Environment* 6: 691-701.
- Paschke MW, Dawson JO, David MB (1989). Soil nitrogen mineralization under black walnut interplanted with autumn-olive or black alder. General Technical Report North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, pp. 120-128.
- Schlesinger RC, Williams RD (1984). Growth response of black walnut to interplanted trees. *Forest Ecology and Management* 9: 235-243.