

Indagini selvicolturali e fitosanitarie in cedui di castagno della Sila (Calabria) situati a quote diverse e sottoposti a diradamento[§]

Silvano Avolio^{1*}, Vincenzo Bernardini¹, Erica Clerici¹, Elena Addario², Tullio Turchetti^{2**}

Accettato il 4 ottobre 2010

Riassunto – Sono riportati i risultati di prove di diradamento di grado diverso in cedui di castagno (*Castanea sativa* Miller) della Sila situati a quote differenti. In 8 aree sperimentali, di cui 4 ubicate ad una quota media di 1200 m s.l.m. con età del soprassuolo 20 anni e 4 poste a 1050 m con età 13 anni, sono state delimitate 3 sub-aree in cui sono stati condotti nel 1997 (prima e dopo i diradamenti) e nel 2007 rilievi dendrometrici e fitosanitari su 30 ceppaie. Il protocollo sperimentale ha previsto le tesi seguenti: tesi T (testimone); tesi A (diradamento debole); tesi B (diradamento moderato); tesi C (diradamento forte). Le misurazioni effettuate sui polloni a 10 anni dall'intervento evidenziano: il contenimento della mortalità in misura crescente con il grado adottato a entrambe le quote; la presenza nelle aree diradate di un maggior numero di polloni appartenenti alla categoria commerciale "fusti medi"; incrementi percentuali di diametro, area basimetrica e volume significativi nelle subaree sottoposte a diradamenti di grado A e C a 1050 m e, in generale, più sostenuti in quelle sottoposte a diradamento di grado C sia a 1050 m sia a 1200 m; la ricostituzione della copertura arborea anche nelle subaree più fortemente diradate. Per gli aspetti fitosanitari, le indagini sono state orientate sul cancro della corteccia (causato da *Cryphonectria parasitica*) data l'assenza nelle subaree di piante sintomatiche da "mal dell'inchiostro", pur presente nel territorio. L'ipovirulenza è predominante e stabile nel tempo per la maggiore quantità di cancri cicatrizzanti e cicatrizzati. Tra i fattori di mortalità dei polloni il cancro ricopre un ruolo minoritario. La malattia si diffonde indipendentemente dai diradamenti e la selvicoltura può operare per conseguire una vasta gamma di assortimenti. E' fondamentale che sia garantita la predominanza dell'ipovirulenza, cosicché i cedui possano essere considerati focolai per la sua diffusione naturale.

Parole chiave: *cedui di castagno, Cryphonectria parasitica, gestione selvicolturale, stato fitosanitario.*

Abstract – *Silvicultural and phytosanitary researches in thinned chestnut coppices at different elevations in Sila (Calabria).* The results of mensurational and phytosanitary researches ten years after thinning trials in chestnut coppices (*Castanea sativa* Miller) in Sila, are reported. Eight experimental areas, four located at an average elevation of 1200 m a.s.l. aged 20 yrs and four located on average at 1050 m a.s.l. aged 13 yrs, were compared. Three sub-plots were installed in each area and mensurational and phytosanitary surveys were carried out in 1997 (before and after thinning trials) and ten years later (2007) on 30 stools per sub-plot to assess bio-ecological, structural and compositional status of the standing crops. At each elevation, the experimental protocol included the following theses: thesis T (control: release of the standing crop and removal of dried up stems on the ground, only); thesis A (light thinning: removal of the dominated storey, on average 30% of coppice shoots, poorly shaped, both withered and green); thesis B (moderate thinning: removal from the dominated up to the dominant storey = 43% of the shoots, both dried up and green); thesis C (heavy thinning: removal = 62% of coppice shoots, both withered and green). Results highlighted the significance of thinnings in the cultivation of chestnut coppices. As for silviculture and growth pattern, the surveying ten years later showed the following outcomes: reduction of shoots mortality, according to the thinning intensity from A to C (by comparing the number of dried up coppice shoots surveyed in the control theses); a higher number of coppice shoots in the commercial category "average stems" in the thinned plots; the higher percentage increment in dbh, basal area and volume in the sub-plots undergoing thinning A and C at the elevation of 1050 m and, in general, with thesis C at both elevations; the complete recovery of canopy cover even in the sub-plots heavily thinned. As for the phytosanitary aspects, the research has been oriented on the chestnut blight caused by *Cryphonectria parasitica*, due to the lack of symptomatology of "ink disease" in the sub-plots, even though present on the same territory. The hypovirulence is predominant and steady with time for the high presence of healing and healed cankers. Among the factors of coppice shoots mortality, blight plays a minor role here. The disease spreads regardless of thinnings and silviculture can operate therefore independently to get a wide range of assortments, from poles to timber. Basically, thinning release has to ensure the predominance and steady presence of hypovirulence in the chestnut stands. In this way, foci for the natural spreading of hypovirulent strains are being created and preserved. This seem to be a basic tool to ensure a phytosanitary equilibrium between the parasite and the host in chestnut coppices, which still represent an important economic resource in Calabria as well as in several other Italian regions.

Key words: *chestnut coppices, Cryphonectria parasitica, silvicultural management, phytosanitary status.*

F.D.C.: 222:176. 1 Castanea sativa: 242: 443.3

§ Lavoro svolto in parti uguali dagli autori

¹ CRA-SAM Unità di Ricerca per la Selvicoltura in Ambiente Mediterraneo, Cosenza

² CNR Istituto per la Protezione delle Piante, Firenze

* Autore corrispondente per gli aspetti selvicolturali silvanoavolio@alice.it

** Autore corrispondente per gli aspetti fitosanitari t.turchetti@ipp.cnr.it

Premessa

La grave crisi verificatasi nel corso dell'ultimo secolo in Calabria per la castanicoltura da frutto ha inciso profondamente sulle forme di governo dei popolamenti, con estese conversioni degli impianti in cedui da legno. In questo modo è stato modificato l'indirizzo produttivo dei soprassuoli e variata, a partire dal primo dopoguerra, l'incidenza percentuale delle superfici da $3/4$ a $1/5$ per i castagneti da frutto e da $1/4$ a $4/5$ per le paline castanili (AVOLIO 1987a,b; AVOLIO e CLERICI 2000).

Lo stato di abbandono culturale e di degrado biologico, in particolare per i cedui (AVOLIO 1998), perdura ancora ed è correlato a problematiche rilevanti: flessione della domanda di assortimenti legnosi tradizionali; stato fitosanitario delle paline che si aggrava per mancanza di interventi colturali; necessità di allungare i turni medi e lunghi per soddisfare la richiesta di legname di castagno di grosse dimensioni.

Nonostante ciò si registra nella regione un rinnovato interesse per i cedui di castagno (REGIONE CALABRIA - PFR 2007), grazie alla multifunzionalità insita nella tipologia culturale, in grado di garantire la produttività, la difesa idrogeologica del territorio, la conservazione di paesaggi tipici dell'alta collina e del piano submontano, la rivalutazione economica della produzione di legname di qualità in tempi relativamente brevi e su estese superfici, le opportunità di lavoro integrativo per le popolazioni locali.

Nei cedui di castagno, che in continua e lenta

espansione rappresentano il 79% del totale della superficie castanicola calabrese pari a 69375 ettari (PFR *op. cit.*), e il 12% della categoria inventariale "boschi alti", le particolari caratteristiche tecnologiche del legno (resistenza all'umidità e alle sollecitazioni meccaniche, stabilità alle variazioni termiche, durabilità e facilità di lavorazione) permettono l'immissione sul mercato di nuovi manufatti (parquet, pannelli in legno lamellare, attrezzature per giardini e parchi pubblici, materiali isolanti), che si aggiungono a quelli tradizionali (mobili, infissi, travature per solai, paleria minuta e grossa).

A completare il quadro delle opportunità per le paline castanili calabresi si evidenzia la diffusione naturale degli isolati ipovirulenti della *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. (TURCHETTI 1994; AVOLIO *et al.* 2005), che ha determinato nell'arco di 15-20 anni l'attenuazione nella regione dei danni causati dal cancro della corteccia, benché persistano ancora nei popolamenti problematiche derivanti da questa malattia.

Sulla base delle considerazioni esposte trae spunto il presente lavoro, avviato nel 1996 in cedui matricinati di castagno della Sila di due classi di età e su due livelli altitudinali (AVOLIO e BERNARDINI 2005), con preminenti funzioni produttive e protettive e che, per la parte agamica del soprassuolo, su cui è accentrata la ricerca, mira:

- ad accertare le risposte selvicolturali e lo stato fitosanitario dei polloni conseguenti alla libera evoluzione e al diradamento di vario grado applicato;
- a individuare il modulo culturale più idoneo per

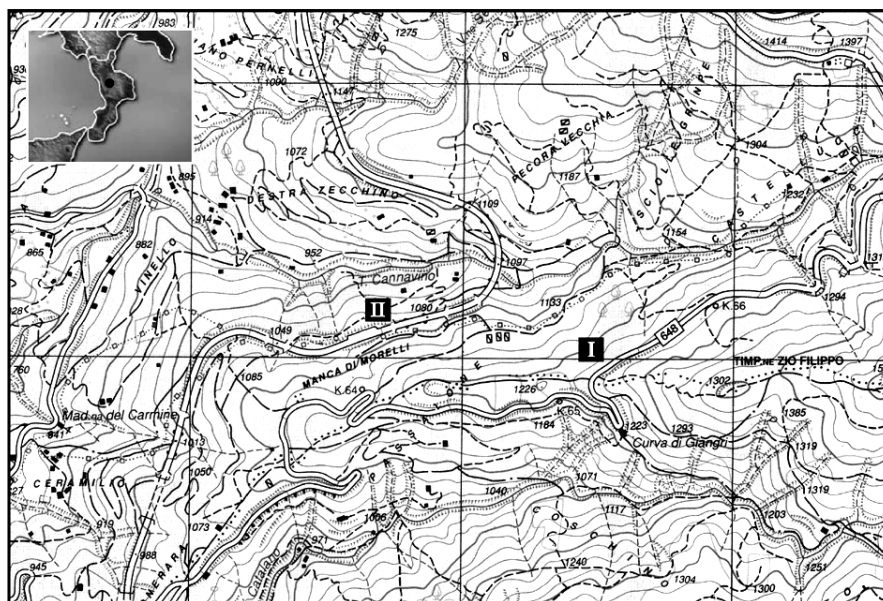


Fig. 1 - Ubicazione geografica dei gruppi di parcelle sperimentali.
Geographic location of the experimental plots.

una gestione finalizzata soprattutto a migliorarne la produttività legnosa e lo stato bioecologico complessivo.

La ricerca si inserisce nel “*Progetto Integrato per la Valorizzazione del Castagno*”, approvato dalla Regione Calabria con deliberazione 7029/1990, che prevede tre fasi successive di attuazione: indagine conoscitiva delle tipologie castanicole presenti nella regione; stesura e applicazione del protocollo sperimentale; analisi dei risultati e proposte di interventi.

Ambiente di studio

Le parcelle sperimentali (Figura 1) ricadono nella Presila tirrenica di Cosenza, nel comune di Celico, in località Timpone Zio Filippo e Manca di Morelli (Foglio IGM 1:25.000 n. 560 sezione IV, Celico, coordinate geografiche accesso aree I: 39°19'0.64"N, 16°22'26.24"E; aree II: 39°19'4.91"N, 16°21'53.33"E), nel bacino montano Arente-Cannavino, a quote comprese tra 1010 e 1220 m s.l.m. La giacitura è di pendio, l'esposizione prevalente nord-ovest, le condizioni di viabilità interna buone.

La stazione di rilevamento meteo, che meglio consente di valutare le caratteristiche climatiche della zona, è quella di Camigliatello Silano (1291 m s.l.m.), posta in linea d'aria direzione nord-est a 4.5 km circa dalle aree, i cui dati medi (REGIONE CALABRIA - ARPACAL 2009) relativi al periodo 1993-2008 sono: apporto meteorico annuo 1272 mm, piovosità mensile massima in novembre (192 mm), minima in luglio (43 mm); temperatura annua 7.5°C, massima mensile in agosto (16.0°C), minima in gennaio (0.7°C). Dal riscontro dei dati generali il clima è di tipo mediterraneo submontano, caratterizzato normalmente da inverni temperati e piovosi ed estati caldi e siccitose. Riguardo la classificazione fitoclimatica di Pavari la stazione è ascrivibile alla sottozona calda del *Fagetum*.

Le aree, secondo la “Carta dei suoli” (REGIONE CALABRIA - ARSSA 2003), ricadono nel sottosistema 12.3, caratterizzato da un substrato costituito da gneiss, scisti e filladi. I suoli, a reazione per lo più acida e moderatamente profondi, risultano ben strutturati, con scheletro frequente e tessitura grossolana e, benché non dotati di un'elevata capacità di ritenuta idrica, sono in grado di sostenere, per la presenza di nebbie e la notevole umidità atmosferica, una densa copertura forestale.

La componente arborea della vegetazione della

zona è caratterizzata in basso da popolamenti di castagno, farnetto (*Quercus conferta* Kit.) e roverella (*Quercus pubescens* Willd.), in alto da formazioni di abete bianco (*Abies alba* Mill.), pino laricio (*Pinus laricio* Poir.) e faggio (*Fagus sylvatica* L.). Allo stato sporadico sono presenti: il cerro (*Quercus Cerris* L.), l'acero opalo (*Acer opalus* Mill.) e montano (*Acer pseudoplatanus* L.), il nocciolo (*Corylus avellana* L.), l'ontano napoletano (*Alnus cordata* Desf.), l'agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.).

Materiali e Metodi

Nel 1996, nell'ambito del citato “*Progetto Integrato per la Valorizzazione del Castagno*”, sono state scelte 8 parcelle tra quelle realizzate nel 1992 i cui criteri per l'individuazione e la costituzione sono riportati nel lavoro “*La valorizzazione dei castagneti calabresi. Primo contributo*” (AVOLIO e CLERICI, 2000), al quale si rimanda. In particolare 4 parcelle ubicate ad una quota media di 1200 m s.l.m. (I gruppo), con età del soprassuolo 19 anni, 4 poste a 1050 m di quota (II gruppo), con età 12 anni. L'estensione di ciascuna è 5000 m² (100x50 m) e include al centro un'area di 1200 m² (40x30 m), circondata per la parte restante dalla fascia di isolamento. Ogni area è suddivisa in 3 sub-aree di 400 m² (40x10 m), in ciascuna delle quali sono individuate 30 ceppaie rappresentative dei valori dendrometrici medi (numero, diametro, altezza) e dello stato sanitario dei polloni presenti sulle ceppaie dell'area.

I rilievi stazionali, effettuati nel 1996, hanno accertato nelle parcelle la quota, l'esposizione e la pendenza. Quelli dendrometrici, selvicolturali e fitosanitari, eseguiti nel 1997 (prima e dopo i diradamenti) e nel 2007, sono condotti sui polloni di 720 ceppaie, equamente ripartite tra le 12 sub-aree poste nella parte alta e le 12 situate in basso.

I controlli selvicolturali eseguiti nelle aree hanno permesso di accertare lo stato iniziale bioecologico, strutturale e compositivo dei soprassuoli. Le misurazioni dendrometriche sulle ceppaie delle sub-aree hanno riguardato i diametri (con soglia minima 3 cm a 1.3 m) dei polloni vivi e secchi precedentemente numerati, la loro ripartizione in fusti sottili (diametro < 15 cm), medi (diametro compreso tra 15 e 18 cm) e grossi (diametro > 18 cm), la determinazione dell'età e dell'altezza del fusto di diametro medio (ottenuti dal riscontro a terra su 24 polloni modello abbattuti).

Per il calcolo dei volumi è stata utilizzata la tavola di cubatura a una entrata di CIANCIO e MENGUZZATO (1985), valida per i cedui di castagno della Presila cosentina.

Nei rilievi fitosanitari sono state considerate le due principali patologie del castagno diffuse in Calabria: il “cancro della corteccia” e il “mal dell’inchiestro”, quest’ultima presente soprattutto nei castagneti da frutto. Riguardo alla prima, le indagini sui polloni hanno consentito di caratterizzare gli attacchi della malattia in termini di:

- *localizzazione*, ripartita su tre livelli d'altezza: basale (da 0 a 1.3 m), media (da 1.3 a 3 m), alta (superiore a 3 m);
- *tipologie di infezione*, distinte in: a) cancro iniziale indifferenziato (con fessurazioni superficiali di colorazione giallastra); b) cancro cicatrizzante (con fessurazioni più profonde, rigonfiamento della corteccia e colorazione tendenzialmente all'arancio); c) cancro cicatrizzato (con fessurazioni parzialmente o totalmente rimarginate e di colore scuro); d) cancro intermedio (con fessurazione, depressione e arrossamento della corteccia infetta ed emissione di rami epicormici); e) cancro mortale (con fessurazioni, depressione e arrossamento della corteccia infetta ed emissione di rami epicormici e la parte superiore al cancro morta);
- *incidenza globale della malattia*, intesa come rapporto tra polloni infetti e totale dei polloni.

Va evidenziato che nel 1997, prima del diradamento, non sono state riscontrate, per le varie tesi del primo e secondo gruppo di sub-aree, differenze significative tra i valori dei parametri considerati. Le aree, sottoposte in autunno all'intervento, sono state successivamente recintate con filo spinato per preservarle dal pascolo ovino e caprino.

Il protocollo sperimentale di riferimento è quello applicato nelle 8 aree da AVOLIO e BERNARDINI (*op. cit.*), al quale si rimanda, che ha previsto per i cedui castanili a turno lungo (15-20 anni) della Presila cosentina e per ciascun livello di quota una tesi di controllo e tre tesi di diradamento dal basso. In particolare:

- tesi T, rilascio del soprassuolo alla evoluzione naturale con allontanamento dei soli fusti secchi a terra;
- tesi A, diradamento debole e asportazione dal piano dominato mediamente del 30% dei polloni presenti, secchi e verdi malformati;
- tesi B, diradamento moderato e taglio dal piano dominato e dominante del 43% dei polloni presenti,

secchi e verdi;

- tesi C, diradamento forte ed eliminazione dal piano dominato e dominante del 62% dei polloni presenti, secchi e verdi.

I valori medi per le varie tesi dei dati dendro-auxometrici e fitosanitari riscontrati sulle 30 ceppaie di ogni sub-area sono stati messi a confronto mediante l'analisi della varianza (ANOVA e test post-hoc di Tukey HSD). Le elaborazioni statistiche sono state eseguite mediante il *software* Statistica 7.0 © di StatSoft.

Le misurazioni in bosco sono state integrate da indagini di laboratorio per caratterizzare gli isolati di *C. parasitica* ottenuti dai campioni raccolti nel 2007. Gli isolamenti sono stati effettuati prelevando frammenti di corteccia infetta dal materiale raccolto e ponendoli in piastre Petri contenenti PDA (DIFCO) arricchito con metionina (100 mg/l) e biotina (10 mg/l) come indicato da ANAGNOSTAKIS (1977). Subcolture degli isolati ottenuti su PDAMB, sono state poste a 27° C per 10 giorni al buio per valutarne le caratteristiche morfologiche in riferimento ai criteri descritti da GRENTÉ e SAURET (1969), BONIFACIO e TURCHETTI (1973) e da TURCHETTI (1978).

Risultati

Aspetti selvicolturali e dendrometrici

Nei due gruppi, prima del diradamento (AVOLIO e CLERICI *op. cit.*), il ceduo risultava puro, matricinato, denso, costituito da un piano dominante e da uno dominato con polloni secchi, sofferenti, malformati e a fusto sottile. Le ceppaie erano distribuite in modo omogeneo sulla superficie delle parcelle. Nel sottobosco si notava la sporadica presenza di altre latifoglie tipiche della fascia vegetazionale della Presila (ontano napoletano, acero opalo e nocciolo) che, per la ridotta luminosità interna, non superavano l'età di 5-6 anni.

Il numero di polloni totali (Npt) risultava compreso tra 114 e 116 nelle sub-aree del primo gruppo (Tabella 1), tra 139 e 149 in quelle del secondo; il rapporto tra numero dei polloni e quello delle ceppaie (Npt/Nc) oscillava tra 3.8 e 3.9 nel primo gruppo, tra 4.5 e 5 nel secondo. Risultavano inoltre differenze minime per i diametri medi (dgt), le aree basimetriche totali (Gt) e i volumi totali (Vt).

Il diradamento ha ridotto la densità dei polloni in percentuali diverse a seconda del grado adottato. In particolare i valori risultano compresi tra 78 e 46 polloni per il primo gruppo, tra 102 e 53 per il secondo.

Tab. 1 - Confronto tra inventari successivi dei parametri dendrometrici delle ceppaie scelte.
Comparison of mensurational parameters for the stools selected over subsequent inventories.

Quota media	Area	Tesi	Anno	Età anni	Nc	Npv	Nps	Npt	Npv/Nc	Nps/Nc	Npt/Nc	dgv cm	dgs cm	dgt cm	Gv m ²	Gs m ²	Gt m ²	Vv m ³	Vs m ³	Vt m ³
1200 m	14	T	1997	20	30	96	20	116	3.2	0.7	3.9	10.8	6.0	10.1	0.87	0.06	0.93	6.10	0.38	6.48
			2007	30	30	51	65	116	1.7	2.2	3.9	15.2	8.3	11.8	0.93	0.35	1.28	6.89	2.36	9.25
	13	A	1997p	20	30	97	17	114	3.2	0.6	3.8	11.1	6.1	10.6	0.96	0.05	1.01	6.74	0.33	7.07
			1997d	20	30	78		78	2.6		2.6	12.5		12.5	0.96		0.96	6.49		6.49
	11	B	2007	30	30	65	13	78	2.2	0.4	2.6	15.4	11.2	14.8	1.23	0.13	1.36	9.08	0.91	9.99
			1997p	20	30	97	17	115	3.2	0.6	3.8	11.5	6.7	10.9	1.00	0.06	1.06	7.11	0.40	7.51
	12	C	1997d	20	30	62		62	2.1		2.1	13.1		13.1	0.84		0.84	6.06		6.06
			2007	30	30	56	6	62	1.9	0.1	2.1	16.0	11.1	15.7	1.15	0.04	1.20	8.55	0.32	8.87
			1997p	20	30	97	17	114	3.2	0.6	3.8	11.6	6.4	10.9	1.01	0.05	1.15	7.18	0.36	7.54
			1997d	20	30	46		46	1.5		1.5	13.9		13.9	0.70		0.70	5.08		5.08
			2007	30	30	42	4	46	1.4	0.1	1.5	17.1	11.8	16.7	0.97	0.04	1.01	7.29	0.29	7.58
1050 m	8	T	1997	13	30	103	44	147	3.4	1.5	4.9	9.4	5.2	8.4	0.73	0.09	0.82	5.06	0.60	5.66
			2007	23	30	60	87	147	2.0	2.9	4.9	13.0	7.3	10.0	0.79	0.36	1.16	5.77	2.42	8.19
	4	A	1997p	13	30	106	37	143	3.5	1.2	4.7	9.8	5.5	8.9	0.79	0.09	0.88	6.01	0.58	6.59
			1997d	13	30	102		102	3.4		3.4	10.3		10.3	0.85		0.85	5.97		5.97
	6	B	2007	23	30	60	42	102	2.0	1.4	3.4	13.5	8.8	11.8	0.87	0.25	1.11	6.28	1.69	7.96
			1997p	13	30	110	29	139	3.7	0.9	4.5	9.8	5.2	8.9	0.83	0.06	0.88	5.74	0.46	6.20
			1997d	13	30	83		83	2.8		2.8	10.8		10.8	0.77		0.77	5.44		5.44
	5	C	2007	23	30	66	17	83	2.2	0.6	2.8	13.6	9.1	12.9	0.97	0.11	1.08	7.02	0.77	7.79
			1997p	13	30	104	45	149	3.5	1.5	5.0	9.7	5.1	8.7	0.77	0.09	0.86	5.33	0.63	5.96
			1997d	13	30	53		53	1.8		1.8	11.7		11.7	0.57		0.57	4.01		4.01
			2007	23	30	46	7	53	1.5	0.3	1.8	15.0	10.7	14.5	0.81	0.06	0.87	5.94	0.42	6.36

Analogamente si sono verificate riduzioni nel rapporto Npt/Nc con valori compresi tra 2.6 e 1.5 nel primo gruppo, tra 3.2 e 1.7 nel secondo.

Il diametro medio presentava, invece, incrementi apparenti che oscillavano tra 1.9 e 3.0 cm nel primo gruppo e tra 1.8 e 3.4 cm nel secondo, in conseguenza dell'effetto tecnico del diradamento che ha eliminato, soprattutto, i polloni di diametro minore.

I rilievi eseguiti dopo 10 anni non hanno evidenziato, nelle sub-aree dei due gruppi, variazioni sia nel numero totale dei polloni sia nel rapporto Npt/Nc.

Il diradamento ha però inciso in modo rilevante sul contenimento della mortalità dei polloni (Figura 2), pur se con effetti diversi nei due gruppi, come risulta dal confronto col numero di polloni secchi (Nps) riscontrato nei rispettivi testimoni. In particolare le minori percentuali di polloni secchi sono state rilevate nel diradamento di grado forte, con valori pari al 9% a 1200 m e al 13% a 1050 m. Effetti positivi sono verificati anche sul valore di dgt nelle sub-aree diradate rispetto ai testimoni. Questo ha determinato la presenza, proporzionalmente al grado adottato, di un maggior numero di polloni appartenenti alla categoria commerciale "fusti medi".

Riguardo gli incrementi percentuali di diametro (Ipdg) area basimetrica (IpG) e volume (IpV) relativi al periodo 1997d - 2007, l'analisi statistica (Tabella 3) evidenzia differenze significative, rispetto al testimone

e al grado B, per i diradamenti di grado A e C operati nelle sub-aree a quota 1050 m e non significative tra le quattro tesi poste a 1200 m. E' comunque da rimarcare che gli incrementi maggiori si riscontrano, in tutte e due le quote, nelle sub-aree sottoposte a diradamento di grado forte (tesi C).

Si registra infine, da ripetute osservazioni condotte in bosco nel corso del decennio, la ricostituzione della copertura arborea anche nelle sub-aree sottoposte a diradamento forte, in accordo con quanto accertato da AMORINI e MANETTI (2002) in cedui castanili della Toscana.

Il ripristino rapido della copertura superiore nelle sub-aree diradate, se da un lato mantiene inalterata la funzionalità protettiva del bosco, dall'altro non

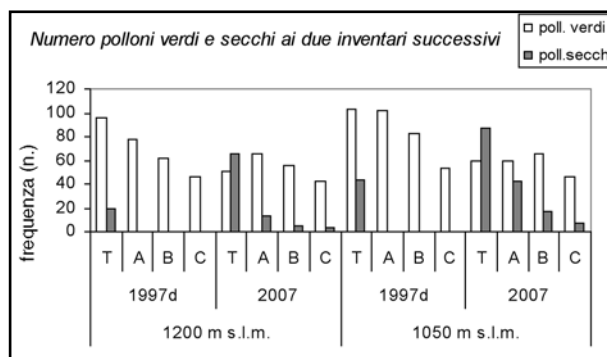


Fig. 2 - Mortalità nel periodo 1997d - 2007.
Mortality in the sub-plots in the period 1997 (after thinning trials) to 2007.

Tab. 2 - Confronto tra inventari successivi dello stato fitosanitario delle ceppaie scelte. Il rilevamento dei cancri intermedi è stato effettuato solo nel 2007.

Comparison of phytosanitary status for the stools selected over subsequent inventories. Intermediate cankers were surveyed only in 2007.

Quota media	Area	Tesi	Anno	Nc	Polloni vivi (n°)			Polloni morti (n°)			Totale polloni (n°)	Incidenza cancro (% polloni infetti)	Localizzazione dell'attacco			Tipologia di cancro (% cancri)				
					sani	infetti		per cancro	altre cause	totali			basale	medio	alto	infez. iniziale	cic/zante	cic/zato	interm.	mort.
1200 m	14	T	1997	30	88	8		1	19	20	116	7.8	41.2	58.8	0.0	5.9	58.8	29.4	0.0	5.9
			2007	30	29	22		1	64	65	116	19.8	13.0	21.7	65.2	0.0	8.7	87.0	0.0	4.3
	13	A	1997	30	92	5		1	16	17	114	5.5	63.6	36.4	0.0	9.1	63.6	18.2	0.0	9.1
			1997d	30	75	3		0	0	0	78	3.8	66.7	33.3	0.0	8.3	75.0	16.7	0.0	0.0
			2007	30	34	31		0	13	13	78	40.0	12.9	16.1	71.0	0.0	3.2	83.9	12.9	0.0
	11	B	1997	30	92	5		2	15	17	114	6.1	58.3	41.7	0.0	8.3	66.7	16.7	0.0	8.3
			1997d	30	60	2		0	0	0	62	3.2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
			2007	30	42	14		0	6	6	62	22.4	7.1	28.6	64.3	0.0	7.1	71.4	21.4	0.0
	12	C	1997	30	88	9		2	15	17	114	9.3	45.0	55.0	0.0	10.0	60.0	20.0	0.0	10.0
			1997d	30	42	4		0	0	0	46	8.7	25.0	75.0	0.0	6.1	75.0	18.2	0.0	0.0
			2007	30	12	30		0	4	4	46	61.3	3.3	13.3	83.3	0.0	10.0	90.0	0.0	0.0
1050 m	8	T	1997	30	79	24		4	40	44	147	19.0	48.1	51.9	0.0	11.5	61.5	19.2	0.0	7.7
			2007	30	18	42		10	77	87	147	35.2	19.2	34.6	46.2	0.0	9.6	51.9	19.2	19.2
	4	A	1997	30	91	15		2	35	37	143	11.7	68.8	31.3	0.0	9.4	62.5	21.9	0.0	6.3
			1997d	30	91	11		0	0	0	102	10.4	71.2	28.6	0.0	6.1	83.3	10.6	0.0	0.0
			2007	30	13	47		3	38	41	101	50.5	12.0	18.0	70.0	0.0	12.0	60.0	22.0	6.0
	6	B	1997	30	90	20		2	27	29	139	16.6	42.9	57.1	0.0	11.9	61.9	21.4	0.0	4.8
			1997d	30	73	10		0	0	0	83	11.9	40.0	60.0	0.0	10.0	70.0	20.0	0.0	0.0
			2007	30	41	25		2	15	17	83	31.9	22.2	37.0	40.7	0.0	7.4	55.6	29.6	7.4
	5	C	1997	30	81	23		1	44	45	149	15.9	57.4	42.6	0.0	25.5	59.6	12.8	0.0	2.1
			1997d	30	48	5		0	0	0	53	10.1	60.6	39.4	0.0	21.2	72.7	6.1	0.0	0.0
			2007	30	9	37		2	5	7	53	75.1	30.8	23.1	46.2	0.0	7.7	76.9	10.3	5.1

Tab. 3 - Incrementi percentuali di diametro, area basimetrica e volume. Le lettere affiancate alle medie ne indicano le differenze statisticamente significative (ANOVA, $p < 0.01$). Nella fascia posta a 1200 metri si riscontrano per tutti i parametri differenze non significative tra le quattro tesi. *Percentage increments of diameter, basal area and volume. Means followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$) according to ANOVA. No significant differences were found among the four theses at the elevation of 1200.*

Quota	Tesi	lpdg		lpG		lpV	
1200 m	T	16.5	ns	38.0	ns	42.6	ns
	A	18.4		42.1		45.9	
	B	19.6		42.8		46.8	
	C	20.3		46.2		50.4	
1050 m	T	18.3	B	40.3	B	43.3	B
	A	14.6	A	30.2	A	33.4	A
	B	19.1	B	40.9	B	44.4	B
	C	23.6	C	52.6	C	56.8	C

consente ancora che si creino, al suo interno, le condizioni necessarie per l'insediamento e l'affermazione della rinnovazione di altre specie forestali autoctone.

Aspetti fitosanitari

Nella prima fase delle indagini (1997) sono stati esaminati i polloni (1276) di 120 ceppaie situate nella parte alta a 1200 m e quelli (1633) di altrettante ceppaie selezionate alla quota di 1050 m. Il numero dei polloni è successivamente diminuito per effetto dei diradamenti

e le osservazioni sono state effettuate su 908 polloni posti a 1200 m e sui rimanenti 1154 del secondo gruppo di ceppaie situate a 1050 m. Il medesimo numero di polloni e ceppaie è stato riesaminato nel 2007.

Su alcune piante situate nella quota più bassa (1050 m) sono stati osservati: microfillia, ingiallimenti della chioma, ricci portati alle estremità dei rami e la caratteristica necrosi a "fiamma" o a "diagramma" al colletto, tipici sintomi del "mal dell'inchiostro". La diffusione di tali piante sintomatiche era talmente scarsa da non risultare presenti all'interno delle aree di saggio.

Inizialmente è stata rilevata una minore incidenza del cancro corticale alla quota alta; infatti la percentuale media di polloni infetti corrispondeva all'8% alla quota superiore ed al 16% a quella inferiore (Tabella 2).

L'agente patogeno *C. parasitica* nell'arco di 10 anni, come risulta dai rilievi effettuati, è dilagato nei soprassuoli in esame con percentuali medie del 36% alla quota maggiore, e in quella minore con valori medi di 48%. Il diradamento moderato (B), come risulta dal confronto con il testimone, ha influito positivamente sull'evoluzione fitosanitaria dei soprassuoli per il minor aumento di polloni infetti sia alle quote più basse che in quelle più elevate (Tabella 4). L'intervento forte (C), ha determinato un incremento significativo delle

Tab. 4 - Variazione media percentuale al 2007, rispetto al 1997 prima dei diradamenti, della frequenza dei cancri per ognuna delle categorie considerate (tre posizioni sul fusto e quattro tipologie di cancro). Non è riportato il cancro intermedio perché non rilevato nell'anno 1997. Le lettere minuscole esprimono livello di significatività $p < 0.05$, le lettere maiuscole $p < 0.01$ (ANOVA).

Mean percentage variation in 2007, as compared with 1997 before thinning trials, of cankers frequency for each category (three positions on the stem and four types of cancer). Intermediate cancer type is not reported because it was not surveyed in 1997. Small and capital letters indicate, respectively, the $p < 0.05$ and $p < 0.01$ significance level (ANOVA).

Quota	Tesi	Localizzazione cancri (variazione % 1997-2007)						Tipologie di cancro (variazione % 1997-2007)							
		basale		media		alta		Infez. iniziali		cicatrizzante		cicatrizzato		mortale	
1200 m	T	-28.13	A	-37.08	B	65.22	a	-5.88	ns	-50.13	ns	57.55	ns	-1.54	A
	A	-50.73	BC	-20.23	A	70.97	ab	-9.09		-60.41		65.69		-9.09	B
	B	-51.19	C	-13.10	A	64.29	a	-8.33		-59.52		54.76		-8.33	B
	C	-41.67	B	-41.67	B	83.33	b	-10.00		-50.00		70.00		-10.00	B
1050 m	T	-26.92	A	-19.23	ab	46.15	A	-11.54	A	-51.92	ns	32.69	A	11.54	b
	A	-56.75	B	-13.25	a	70.00	B	-9.38	A	-50.50		38.13	A	-0.25	a
	B	-20.63	A	-20.11	b	40.74	A	-11.90	A	-54.50		34.13	A	2.65	ab
	C	-26.68	A	-19.48	ab	46.15	A	-25.53	B	-51.88		64.16	B	3.00	ab

infezioni in entrambi i gruppi di parcelle sperimentali nei due livelli di altitudine, per il possibile effetto delle numerose ferite predisponenti le infezioni.

Nei primi rilievi è stato osservato, in tutte le aree visitate, che gran parte dei cancri era localizzata sui polloni in posizione basale e media. Durante il decennio successivo si sono verificati: una netta diminuzione della concentrazione delle infezioni sulle due posizioni citate, anche se con intensità diversa per effetto dei diradamenti, e un notevole incremento delle infezioni sulle porzioni più alte dei fusti, indipendentemente dagli interventi selvicolturali attuati.

La mortalità, causata da fattori diversi dalla malattia, ancor prima dell'esecuzione dei diradamenti appariva piuttosto elevata con valori medi del 17% e del 28% nelle parcelle poste rispettivamente alla quota alta e a quella più bassa. Nel corso del decennio delle indagini l'incremento di polloni morti per il cancro corticale è risultato limitato e non significativo in tutte le aree visitate, indipendentemente dagli interventi (Tabella 5). La tendenza alla riduzione delle infezioni mortali è rilevabile nei cedui situati nella parte più alta, mentre un aumento è percepibile nel testimone della quota inferiore per effetto delle differenti condizioni stazionali e, probabilmente, per la minor vigoria dei polloni di diametro più piccolo. E' da precisare che la maggioranza dei polloni uccisi dal cancro si trovava in condizioni di sofferenza perché si trattava di soggetti dominati e deperienti sulle ceppaie. I diradamenti sono stati efficaci per l'eliminazione delle infezioni mortali su tutte le repliche della quota più alta e hanno fortemente ridotto l'incidenza dei cancri mortali in quelle disposte più in basso.

Gli effetti mortali di fattori diversi, soprattutto della competizione intraspecifica fra ceppaie e polloni, si sono verificati con elevata intensità nei testimoni e più contenuti nelle parcelle trattate. Numerosi polloni morti presentavano evidenti lesioni e danni causati dagli animali selvatici, mentre per altri la mortalità, soprattutto nella parte alta della chioma, potrebbe essere imputata agli effetti di fattori meteorici.

La predominanza dell'ipovirulenza è apparsa netta, fin dall'inizio delle indagini, con oltre il 70-80% di cancri cicatrizzati e cicatrizzanti presenti in tutte le parcelle sperimentali di entrambi i livelli considerati; nella prima fase è stata rilevata la totale prevalenza delle infezioni cicatrizzanti con valori non inferiori al 59%. Nell'arco di 10 anni è avvenuta la trasformazione dei suddetti cancri da cicatrizzanti in cicatrizzati, confermando i risultati delle indagini effettuate in alcuni cedui della Toscana (TURCHETTI *et al.* 2008).

Tab. 5 - Analisi statistica analoga a quella riportata in tabella 4, qui riferita ai parametri sopraindicati che esprimono l'incidenza complessiva della malattia sui popolamenti.

Statistical analysis (as the one reported in Table 4) here referred to the variation (1997-2007) in percentage of (total, live, dead) infected sprouts, and percentage of sprouts dead because of different causes.

Quota	Tesi	Variazione % polloni 1997-2007							
		infetti totali		infetti vivi		morti per cancro		morti per altre cause	
1200 m	T	11.75	A	12.04	A	-0.28	ns	38.85	B
	A	34.51	B	35.39	B	-0.88		2.55	A
	B	16.32	A	17.78	A	-1.46		-3.32	A
	C	51.96	C	56.98	C	-1.46		-5.38	A
1050 m	T	15.66	A	12.40	A	4.02	ns	25.41	C
	A	38.84	B	36.06	B	1.46		13.78	C
	B	15.27	A	15.58	A	1.22		-1.08	B
	C	59.23	C	54.73	C	3.36		-20.81	A

Nelle sub-aree dislocate a 1200 m tale evoluzione si è verificata indipendentemente dagli interventi selvicolturali, mentre alle quote più basse è stato rilevato un aumento significativo delle infezioni cicatrizzate nelle subaree sottoposte al diradamento più forte (C). Molti polloni presentavano, in entrambi i livelli di altitudine, fusti affetti da vari cancri cicatrizzanti e cicatrizzati spesso in numero di tre o anche superiore.

Isolati morfologicamente differenti sono stati ottenuti nel corso degli esami di laboratorio con numerose colture riferibili ai ceppi bianchi ed intermedi. Gli isolati intermedi sono apparsi predominanti pur in presenza di svariate colture bianche con scarsi picnidi, che rappresentano i caratteri tipici dei ceppi ipovirulenti. Ceppi normali o mortali sono stati isolati, anche se in quantità inferiore, da rametti uccisi dai cancri.

Discussione e conclusioni

In merito agli aspetti selvicolturali, dendro-auxometrici e fitosanitari indagati le prove ribadiscono l'importanza dei diradamenti nella gestione e valorizzazione dei cedui di castagno (CIANCIO e NOCENTINI 2004; MANETTI *et al.* 2007).

Per quelli selvicolturali il turno verificato nelle aree sperimentali è quello lungo, consuetudinario per la Presila cosentina (REGIONE CALABRIA *op. cit.*). Le aree a quota più bassa, di 13 anni, sono state sottoposte al primo diradamento per condurre il soprassuolo verso il taglio di utilizzazione previsto dalle "Prescrizioni di massima e di polizia forestale" per la provincia di Cosenza. Nelle aree situate in alto, di 20 anni, è stato invece operato un taglio finalizzato all'allungamento del turno per l'ottenimento di assortimenti legnosi pregiati (AMORINI *et al.* 2007) particolarmente richiesti anche dal mercato siciliano e toscano.

Dopo 10 anni i risultati degli interventi eseguiti confermano nelle 8 aree un miglioramento della stabilità biologica dei popolamenti, rendendo compatibile il prelievo legnoso dal bosco col mantenimento delle funzioni produttive ad esso richieste e senza penalizzare quelle idrogeologiche e protettive.

Nell'attuazione degli interventi, l'eliminazione dei polloni secchi ha prodotto, nel periodo considerato sia nella parte bassa sia in quella alta, una riduzione della mortalità sui fusti rilasciati in modo direttamente proporzionale al grado adottato. In ogni caso, tale mortalità risulta, per le aree diradate, sempre nettamente inferiore rispetto a quella registrata nei testimoni.

Riguardo i valori medi assoluti di diametro, area basimetrica e volume, i diradamenti hanno prodotto, rispetto ai testimoni e per entrambe le quote, un consistente aumento nel primo e una riduzione nel secondo e nel terzo parametro, tranne che per la tesi A a 1200 m.

Per i relativi incrementi percentuali, non sono stati conseguiti effetti considerevoli nelle sub-aree poste a 1200 m, mentre a 1050 m si sono rilevati significativi incrementi nelle tesi A e C rispetto al testimone e al grado B.

Nelle sub-aree sottoposte a diradamento forte, inoltre, i polloni assumono portamento dominante e aspetto maggiormente vigoroso per la minore competizione radicale e aerea, con riflessi positivi anche sulle infezioni del cancro della corteccia, soprattutto se originate da isolati ipovirulenti ed intermedi di *C. parasitica*.

La malattia si diffonde su tutti i livelli delle piante indipendentemente dai diradamenti e, nell'arco di dieci anni, la localizzazione delle infezioni e dei cancri si è spostata dai piani più bassi a quelli elevati. L'incidenza del cancro della corteccia è notevole in tutte le sub-aree esaminate, sebbene il suo impatto non risulti così mortale e dannoso come nel passato (testimoniato dalla presenza di grosse branche e polloni disseccati ed ancora visibili in castagneti adiacenti), anzi il numero di polloni morti per la malattia può essere valutato come irrilevante nelle sub-aree esaminate e conforme ai risultati di precedenti indagini in vari castagneti italiani (TURCHETTI *et al.* 2009).

Ben altra importanza è assunta dagli altri fattori di mortalità, che richiedono maggiore attenzione, quali: la competizione tra i polloni e tra le ceppaie in conseguenza di densità eccessive e mancanza di tagli intercalari, dell'attività di animali selvatici, degli effetti di eventi climatici e meteorici come ad esempio periodi prolungati di intensa piovosità o siccità. Ne deriva che un esame sommario del livello di mortalità può indurre ad errate interpretazioni sulla natura dei danni, o sopravvalutando quelli determinati dalla malattia o sottovalutando quelli legati ad altre cause.

La presente ricerca evidenzia che la selvicoltura, come già rilevato in precedenti indagini (AMORINI *et al.* 2001), può operare autonomamente prescindendo dalla presenza della malattia e qualsiasi diradamento, anche di grado forte, può essere proposto per il conseguimento degli assortimenti più richiesti dal mercato. A seconda dell'intensità e frequenza degli interventi si può ottenere paleria per molteplici impieghi, fino

al legname da opera (travi e tavole).

Sotto l'aspetto più generale, anche se bisognerà aspettare qualche altro anno per valutare sperimentalmente il grado migliore dei diradamenti eseguiti, può anticiparsi, sulla base dei risultati fin qui conseguiti, che gli interventi di grado compreso tra il forte (60-65% di N) e medio (45-50%) assicurano effetti biologici migliorativi.

Presupposto fondamentale è che sia anche garantita nella parte agamica dei popolamenti la permanenza e la diffusione naturale dell'ipovirulenza, la cui presenza è stata confermata dagli esami di laboratorio. Sotto questo profilo, i cedui possono essere considerati focolai per la diffusione naturale degli isolati ipovirulenti, a vantaggio non soltanto dell'evoluzione di tali soprassuoli, ma dell'intero settore, considerando l'importanza elevata che rivestono i cedui di castagno nella Sila in Calabria e nelle altre regioni italiane in cui la tipologia forestale è presente.

Ringraziamenti

Hanno collaborato nei rilevamenti in bosco gli operatori tecnici Giuseppe Iannuzzi e Carlo Di Marco e gli operai agricoli a T.D. Enzo Calabrese e Gino Scarpelli dell'Unità di Ricerca.

Si ringraziano i Revisori anonimi per gli efficaci suggerimenti che hanno migliorato la stesura definitiva del lavoro.

Bibliografia citata

- AMORINI E., MANETTI M. C., TURCHETTI T., SANSOTTA A., VILLANI F. 2001 - *Impact of silvicultural system on Cryphonectria parasitica incidence and on genetic variability in a chestnut coppice in Central Italy*. For. Ec. and Manag., 142: 19-31.
- AMORINI E., MANETTI M. C. 2002 - *Selvicoltura nei cedui di castagno. Sostenibilità della gestione e produzione legnosa di qualità*. Volume "Il bosco ceduo in Italia". Acc. It. Sc. For.: 219-248, Firenze.
- AMORINI E., BECAGLI C., CONEDERA M., MANETTI M. C., PIVIDORI M., ZINGG A. 2007 - *Produzione di legname di qualità da cedui di castagno (Castanea sativa Mill). Confronto tra due diverse modalità colturali*. 6° Congresso Nazionale SISEF Arezzo, 25-27 sep. 2007. Contributo n. 6.5.32 [online <http://www.sisef.it>].
- ANAGNOSTAKIS S.L. 1977 - *Vegetative incompatibility in Endothia parasitica*. Expep. Mycol., 1: 306-316.
- AVOLIO S. 1987a - *Il castagno nell'Italia meridionale*. Cellulosa e Carta, 3: 12-23.
- AVOLIO S. 1987b - *Il castagno nell'Italia meridionale*. Cellulosa e Carta, 4: 3-13.
- AVOLIO S. 1998 - *Analisi ed orientamenti della castanicoltura in Calabria*. Atti della "Giornata preparatoria al Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura": 141-181, Crotone.
- AVOLIO S., CLERICI E. 2000 - *La valorizzazione dei castagneti calabresi: primo contributo*. Ann. CRA Ist. Sper. Selv., Vol. 31: 3-25, Arezzo.
- AVOLIO S., BERNARDINI V. 2005 - *Risultati di diradamenti sperimentali in cedui di castagno calabresi a diversa quota e densità*. Atti del IV Convegno Nazionale Castagno 2005: 177-180, Montella.
- AVOLIO S., CLERICI E., TURCHETTI T. 2005 - *Paline castanili calabresi: correlazioni tra parametri selvicolturali e impatto della Cryphonectria parasitica*. Atti del IV Convegno Nazionale Castagno 2005: 206-210, Montella.
- BONIFACIO A., TURCHETTI T. 1973 - *Differenze morfologiche e fisiologiche in isolati di Endothia parasitica (Murr) And*. Ann. Acc. Ital. Sci. For., 22: 111-131, Firenze.
- CIANCIO O., MENGUZZATO G. 1985 - *Sull'epoca dei tagli dei cedui di castagno*. Ann. Ist. Sper. Selv., XVI: 251-277, Arezzo.
- CIANCIO O., NOCENTINI S. 2004 - *Cedui di castagno*. Volume "Il bosco ceduo Selvicoltura Assestamento Gestione": 253-259. Acc. Ital. Sci. For., Firenze.
- GRENTÉ J., SAURET S. 1969 - *L'hypovirulence exclusive, phénomène originel en pathologie végétale*. C. R. Hebd. Seance Acad. Sci., 268: 2347-2350.
- MANETTI M. C., BECAGLI C., AMORINI E. 2007 - *Produzione di legname di qualità da cedui di castagno (Castanea sativa Mill). Caratterizzazione degli assortimenti ritraibili a 30 anni*. 6° Congresso Nazionale SISEF Arezzo, 25-27 sep. 2007. Contributo n. 6.5.31 [online <http://www.sisef.it>].
- REGIONE CALABRIA 2009 - *Consultazione banca dati meteoroidrologici*. A.R.P.A.CAL. [On Line www.arpacalabria.it]
- REGIONE CALABRIA 2007 - *Piano Forestale Regionale 2007-2013*. Assessorato Agricoltura, Foreste e Forestazione.
- REGIONE CALABRIA 2003 - *I suoli della Calabria*. Programma Interregionale Agricoltura - Qualità, Misura 5: 1-387. ARSSA Servizio Agropedologia.
- TURCHETTI T. 1978 - *Some observation on the "Hypovirulence" of chestnut blight in Italy*. Proceedings of the American Chestnut Symposium: 92-94, Morgantown (WV) U.S.A.
- TURCHETTI T. 1994 - *Some aspects of natural spread of Hypovirulence in Italy*. Proc. I International chestnut Conference Morgantown 1992, Ed. by Double M.L., Mac Donald W.H., Morgantown University Press: 161 - 164.
- TURCHETTI T., FERRETTI F., MARESI G., 2008 - *Natural spread of Cryphonectria parasitica and persistence of hypovirulence in three Italian coppiced chestnut stands*. For. Path. 38: 227-243.
- TURCHETTI T., ADDARIO E., MARESI G., 2009 - *Situation and evolution of sanitary status in chestnut stands*. Proceedings of the 1st European Congress on Chestnut - Castanea 2009. Acta Horticulturae.