

Aspetti dendroauxometrici, assortimentali e caratteristiche della necromassa in cedui di castagno

Pasquale Antonio Marziliano*⁽¹⁾, Francesco Iovino⁽²⁾, Giuliano Menguzzato⁽¹⁾, Clemente Scalise⁽³⁾, Antonino Nicolaci⁽²⁾

(1) Dipartimento Gestione dei Sistemi Agrari e Forestali (GESAF), Università Mediterranea di Reggio Calabria, I-89060 Reggio Calabria (Italy); (2) Dipartimento di Difesa del Suolo "V. Marone", Università della Calabria, Campus di Arcavacata, I-87036 Rende (CS - Italy); (3) Studio professionale, v. De Seta19, I-88054 Sersale (CZ - Italy). - *Corresponding Author: Pasquale Antonio Marziliano (pasquale.marziliano@unirc.it)

Abstract: Growth and yield models, assortment type and analysis of deadwood in chestnut coppice. Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is one of the most important forest tree species in Europe, and it is considered a symbol of the natural vegetation in southern Europe. In Calabria (southern Italy) chestnut forest covers an area of approximately 87000 hectares, most of which (about 80%) managed as coppice. In this study a growth and yield table has been elaborated. Furthermore, assortment type and quantity of deadwood have been evaluated according to age of coppice and forest fire prevention, respectively. The study site is located in the "Presila of Catanzaro" and the research was carried out in 15 plots; the age of the examined stands ranged from 2 to 50 years old. More than 30000 shoots per hectare were recorded in the first two years after coppicing. As opposed, about 2300 and 1000 shoots per hectare were observed 15 and 50 years after coppicing, respectively. The culmination of the mean annual increment of the forest standing volume ($16 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) was highlighted 25 years after coppicing, while the current annual increment culmination ($21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) was observed at 15 years. Fifteen years after coppicing, most of the wood production was constituted by small dimension assortments. Twenty five years after coppicing small and large poles were the prevailing assortments while telegraph poles and timber beams increased after 50 years. The amount of deadwood in forest ranged between 11.9 and $68.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. The largest component was represented by standing dead shoots. The results show that coppice management can be adopted even if the main purpose of the chestnut stand is the production of large size assortments. In chestnut coppice, highly vulnerable to fire, the reduction of stand density with silvicultural practices (thinning and displacement) is the main way to promote the efficiency of forest and a higher strength and resiliency against forest fire.

Keywords: Chestnut, Growth and Yield Table, Deadwood, Assortment Type, Calabria

Received: Oct 26, 2012; Accepted: Nov 23, 2012; Published online: Feb 04, 2013

Citation: Marziliano PA, Iovino F, Menguzzato G, Scalise C, Nicolaci A, 2013. Aspetti dendroauxometrici, assortimentali e caratteristiche della necromassa in cedui di castagno. Forest@ 10: 14-25 [online 2013-02-04] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0839-010>

Introduzione e finalità della ricerca

Il castagno (*Castanea sativa* Mill.) è una delle specie forestali più importanti per il territorio europeo, tanto che Giacomini & Fenaroli (1958) l'hanno considerata un simbolo della vegetazione dell'Europa meridionale e da tempi remoti ha avuto una ampia diffusione al di fuori dell'area di indigenato. In Italia, se-

condo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC 2005) copre una superficie di circa 790 mila ettari e fino alla metà del secolo scorso ha rivestito un ruolo prioritario nell'economia delle aree rurali per la grande varietà di prodotti che da esso si potevano ottenere (Manetti et al. 2006): legname per costruzioni, paleria per le col-

ture agrarie, tannino per la concia delle pelli, legna da ardere per cucinare e riscaldarsi, castagne per l'alimentazione. Questa grande diversità di prodotti ne ha favorito la diffusione a opera dell'uomo in sostituzione dei boschi mesofili di latifoglie (Bernetti 1995).

Dopo la seconda guerra mondiale, a seguito del processo di industrializzazione che ha interessato l'Italia, c'è stato un abbandono generalizzato soprattutto dei castagneti da frutto, che non più coltivati, sono stati preda del mal dell'inchiostro (*Phytophthora cambivora* (Petri) Buis.) e del cancro del castagno (*Cryphonectria* (*Endothia*) *parassitica* (Murr.) Barr.) che in poco tempo hanno provocato danni molto gravi. Nella lotta contro questi due patogeni, la conversione a ceduo dei vecchi castagneti da frutto abbandonati ha consentito di conservare questa specie in quasi tutte le aree dove era presente. Questo fenomeno è stato particolarmente accentuato in Calabria, dove oggi il castagno copre una superficie di 87413 ettari (Arcidiaco et al. 2006), la maggior parte dei quali (quasi l'80%), governati a ceduo.

In molti casi l'abbandono colturale dei castagneti da frutto ha favorito in alcune aree la presenza di cedui derivanti da conversioni degli stessi nei quali coesistono vecchie ceppaie dei castagneti con giovani ceppaie originatesi dalla rinnovazione naturale del castagno (Cava & Ciancio 1976); in altre aree ha favorito processi di rinaturalizzazione con ridiffusione delle latifoglie mesofile, in particolare, cerro, farnetto, ontano napoletano, acero montano e opalo, e spesso questi processi evolutivi hanno portato a modificazioni nella composizione specifica (Manetti et al. 2006), e alla diminuzione della disponibilità di prodotti legnosi di discreto valore commerciale (Ribaudo 1997, Bernetti 1998, Conedera et al. 2000, Manetti et al. 2004, Pividori et al. 2006).

I cedui di castagno hanno avuto una notevole diffusione per un insieme di motivi tra i quali: (a) la facoltà pollonifera praticamente illimitata; (b) l'elevata rapidità di accrescimento; (c) la molteplicità di assortimenti; (d) la versatilità del legno di castagno che si presta agli usi più svariati, spesso anche di pregio; (e) la possibilità di far variare il turno in rapporto alle richieste del mercato senza compromettere la perpetuità del ceduo. Tutto ciò ha portato all'elaborazione di moduli colturali flessibili che riflettono la capacità di adattamento della specie alle esigenze dell'uomo. La produzione di paleria di varie dimensioni, in alcune aree, è divenuta un vero e proprio volano per lo sviluppo dell'economia rurale (Ciancio et al. 2004). Il castagno, inoltre, è caratterizzato anche

dalla capacità di costituire soprassuoli che esprimono una forte valenza ambientale, turistica e ricreativa (Pettenella 2001, Amorini & Manetti 2002).

In questo contesto, il presente lavoro si è posto l'obiettivo di: (a) elaborare un modello di stima dell'accrescimento dei cedui di castagno in modo da valutare gli effetti che un allungamento del turno potrebbe avere sulla differenziazione degli assortimenti; (b) realizzare una tavola della produzione media reale della massa corrente, e per le differenti tipologie di assortimenti; (c) valutare l'entità della necromassa presente in queste tipologie di boschi anche in funzione della prevenzione selvicolturale agli incendi.

Materiali e Metodi

Area di studio

L'area di studio si trova in una delle zone della Calabria di maggior diffusione del castagno, la Presila di Catanzaro. In quest'area il castagno forma un'unica fascia di oltre 2200 ettari di superficie che, in maniera continua, si sviluppa da ovest verso est sui versanti pedemontani della Sila Piccola compresi tra il bacino del fiume Crocchio e quello del Tacina, tra 800 e 1200 metri di quota (Arcidiaco et al. 2006).

Alle quote più basse, in prossimità dei centri abitati prevalgono nettamente i castagneti da frutto, in parte ancor oggi coltivati, mentre in alto (dove è stato condotto lo studio) dominano i cedui, con pendenze da deboli a moderate.

Il substrato litologico è costituito da rocce metamorfiche (gneiss, scisti e filladi) da cui si sono formati suoli ascrivibili, secondo la *Soil Taxonomy*, al grande gruppo dei Dystrudepts (ARSSA 2003). I suoli presenti nella zona oggetto di studio, molto uniformi tra loro e tutti con esposizione est-ovest, sono ben strutturati, moderatamente profondi, con scheletro frequente, che si differenziano per l'epidendon umbrico (di colore scuro, soffice, ricco di sostanza organica). Il pedoclima udico, anche in caso di riserva idrica limitata, garantisce la presenza di una buona copertura vegetale, attenuando notevolmente i rischi erosivi e favorendo l'accumulo di sostanza organica negli orizzonti superficiali (ARSSA 2003). Dal punto di vista chimico si caratterizzano per la loro reazione acida e non si manifestano variazioni di fertilità tra aree diverse.

La temperatura media annua è compresa tra 11 e 12 °C, quella del mese più freddo varia da 1 a 3 °C, con minimi assoluti di -14 °C (Ciancio 1971). Secondo la classificazione di Rivas-Martinez (1995) il clima rientra nel macrotipo oceanico, tipo mediterraneo, il

termotipo è supramediterraneo superiore, l'ombrotipo umido superiore.

La distribuzione delle piogge nel corso dell'anno è quella tipica del clima mediterraneo, con piogge superiori a 100 mm mensili da ottobre a marzo compreso e una significativa diminuzione nei mesi di giugno, luglio e agosto, quando complessivamente non superano il 6-7% del totale annuo. L'indice di aridità di De Martonne, superiore a 50, conferma la presenza di condizioni ecologiche favorevoli per la vegetazione forestale. Secondo la classificazione fitoclimatica di Pavari l'area ricade nella sottozona calda del *Castanetum*, corrispondente al cingolo *Quercus-Tilia-Acer* di Schmid e alla fascia supra-mediterranea di Quezel.

Rilievi effettuati e metodologia di analisi

Lo studio è stato condotto in 15 aree di saggio rappresentative delle condizioni medie dei cedui di castagno di quest'area, di superficie variabile tra 400 e 1600 m². L'età dei soprassuoli esaminati è compresa tra 2 e 50 anni.

In ogni area di saggio è stato rilevato il numero di ceppaie e di polloni per ceppaia, il diametro a petto d'uomo di tutti i polloni e l'altezza totale del 30% del numero di polloni, omogeneamente distribuiti nelle diverse classi di diametro.

Sulla base dei dati rilevati sono state definite le caratteristiche dendroauxometriche dei soprassuoli al variare dell'età ed è stata elaborata una tavola di produzione che illustra la situazione media reale dei popolamenti di castagno di questa zona.

Da un punto di vista metodologico, la tavola di produzione è stata realizzata sulla base del numero medio di polloni a ettaro, dello sviluppo storico della curva ipsometrica e dell'area basimetrica media.

In particolare, per la perequazione relativa al numero di polloni a ettaro (NP) in funzione dell'età (E) è stata adottata come funzione interpolatrice una iperbole, tramite la regressione $NP = b_0 \cdot E^{b_1}$, i cui coefficienti sono stati determinati analiticamente previa linearizzazione logaritmica (eqn. 1):

$$\ln(NP) = b_0 + b_1 \cdot \ln(E)$$

dove NP è il numero di polloni a ettaro e E è l'età espressa in anni.

La valutazione delle variazioni della massa ha richiesto la disponibilità di un modello della variazione ipsometrica, espressivo delle specifiche condizioni dei popolamenti esaminati. Le variabili che esprimono le variazioni ipsometriche possono essere ge-

neralmente rappresentate da: (i) indicatori di fertilità; (ii) indicatori di densità; e (iii) indicatori dello stadio di sviluppo biologico.

In questo studio, essendo le aree caratterizzate da condizioni di fertilità non molto dissimili, per la costruzione della curva ipsometrica storica sono stati presi in considerazione gli indicatori appartenenti solo alla seconda e terza categoria. La seconda categoria è identificata dal numero di polloni a ettaro (NP) e la terza dall'età (E). La funzione interpolante è stata sviluppata facendo riferimento a modelli proposti in Clutter et al. (1983). L'evoluzione della curva ipsometrica storica è stata pertanto stimata dalla seguente funzione (eqn. 2):

$$\ln(HT) = b_0 + b_1 \cdot NP + b_2 \cdot \frac{1}{E} + b_3 \cdot \frac{1}{DBH} + b_4 \cdot \frac{1}{DBH \cdot E}$$

dove HT è l'altezza totale dei polloni (m), NP è la densità del popolamento (numero di polloni ad ettaro), DBH è il diametro a petto d'uomo (cm), E è l'età (anni).

Un approccio basato sulle variabili di cui all'eqn. 2 è stato sperimentato da Curtis (1967) e utilizzato in Italia da Bianchi (1981), la Marca (1989) e Corona et al. (2002).

Nella interpolazione dello sviluppo dell'area basimetrica, poiché il numero di polloni presenti (NP), espressione della densità, è strutturalmente incluso nella variabile area basimetrica del popolamento (G), quale variabile dipendente si è fatto riferimento all'area basimetrica media (g).

Considerando diverse trasformazioni e combinazioni di variabili con procedimento *stepwise*, il modello più adeguato è risultato essere il seguente (eqn. 3):

$$\ln(g) = b_0 + b_1 \cdot \frac{1}{E^2} + b_2 \cdot NP$$

dove g è l'area basimetrica media (m²), E è l'età (anni), NP è la densità del popolamento (numero di polloni a ettaro).

Nella simulazione dello sviluppo della massa legnosa dei popolamenti, una volta definite le condizioni iniziali dei popolamenti (NP , E , G , hg), la cubatura è stata effettuata con il metodo dell'albero modello unico, utilizzando i coefficienti di riduzione ricavati dall'equazione elaborata per i cedui di castagno in occasione dell'INFC (INFC 2005, Tabacchi et al. 2011). Sulla base della massa legnosa calcolata alle varie età, sono stati calcolati i valori dell'incremento medio, corrente e percentuale.

Per la stima degli assortimenti mercantili ritraibili

Tab. 1 - Dimensioni minime degli assortimenti normalmente ritraibili dai cedui di castagno.

Assortimenti	Diametro (cm)	Lunghezza (m)
Assortimenti piccole dimensioni	≤ 5	≤ 5
Paleria minuta	8-10	2-3
Paleria grossa	11-12	4-6
Legname da travatura	15-16	5-6
Pali telegrafici	17-20	7.5-10.5

è stata utilizzata, dopo verifica, la funzione di profilo (*taper function*) elaborata da Ciancio et al. (2004) per i cedui di castagno della Calabria. Come noto, la funzione di profilo permette di seguire la variazione del diametro lungo il fusto e consente di determinare le altezze alle quali si raggiungono le dimensioni minime che caratterizzano i diversi assortimenti. Gli assortimenti presi in considerazione sono quelli oggi maggiormente richiesti dal mercato (Tab. 1).

Inoltre in ogni area di saggio sono stati condotti rilievi di dettaglio sulla necromassa, distinguendo: (i) alberi morti in piedi (*standing dead trees e snag*); (ii) alberi morti a terra (*dead downed trees*); (iii) legno morto a terra (*lying wood pieces*); (iv) ceppaie (*stumps*).

Per le prime due componenti e per i soggetti il cui diametro a petto d'uomo è superiore a 2.5 cm, è stato misurato il diametro a m 1.30 da terra e l'altezza totale; il volume è stato calcolato con le equazioni dell'INFC (Tabacchi et al. 2011). Per quanto riguarda il legno morto a terra (dimensioni diametriche minime di 2.5 cm e lunghezza superiore o uguale a 100 cm), di ciascun elemento è stato misurato il diametro mediano e la lunghezza totale e il materiale legnoso inventariato è stato cubato con la formula della sezione mediana di Huber. Sulle ceppaie è stato rilevato il

diametro all'altezza di taglio o nel punto di rottura (diametro minimo 10 cm) e l'altezza da terra; il volume è stato calcolato come prodotto della superficie della sezione misurata per l'altezza della ceppaia.

In ultimo, per una maggiore caratterizzazione della necromassa presente all'interno di ogni area di saggio, è stata effettuata un'analisi qualitativa del legno morto attribuendo ciascun componente, attraverso una stima visiva e tattile, ad una delle 5 classi di decomposizione secondo il metodo utilizzato da Koop (1989).

Risultati e discussione

Modello dendroauxometrico e tavola di produzione

Le analisi dendroauxometriche hanno portato alla definizione di modelli alsometrici che simulano lo sviluppo temporale dei principali parametri strutturali.

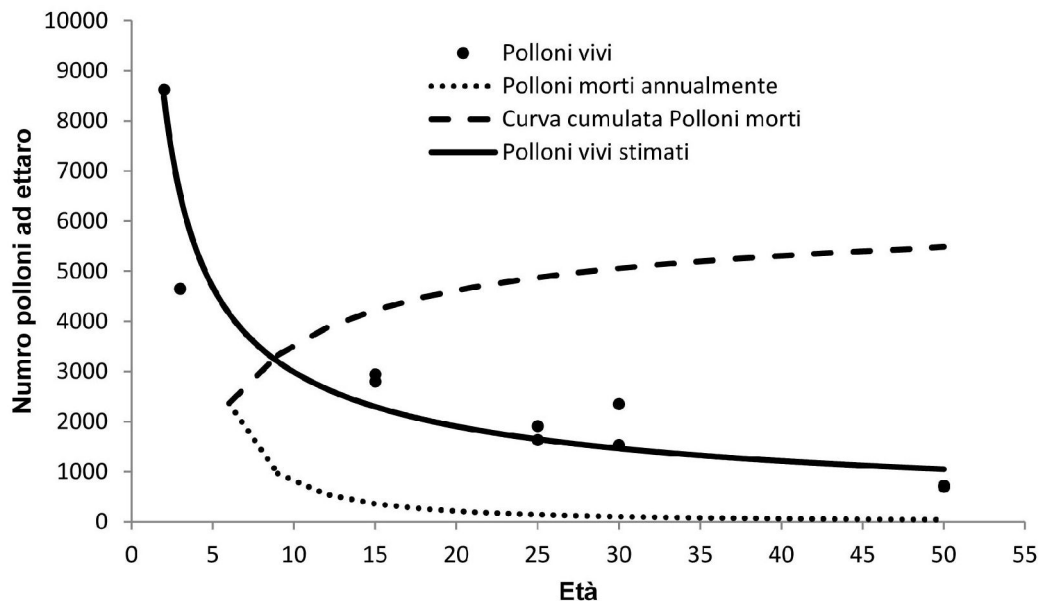
Mediante l'eqn. 1 è stata stimata la variazione del numero di polloni (*NP*) in funzione dell'età (*E* - Fig. 1). In Tab. 2 sono riportate le statistiche della regressione, tutte significative. Per età di 2 e 3 anni, il numero di polloni riportato in Fig. 1 non rappresenta il numero totale dei polloni presenti (mediamente più di 30 000 a ettaro), ma solamente quello dei polloni con altezza superiore a m 1.30 da terra. Pertanto tale numero risulta decisamente inferiore rispetto al numero di polloni effettivamente presenti nel soprassuolo.

Naturalmente, il numero di polloni è sempre decrescente all'aumentare dell'età ed è elevatissimo nei primissimi anni dopo la ceduzione (più di 30 000), quindi si riduce sensibilmente per effetto della concorrenza fra i polloni della stessa ceppaia. Mediamente, da quasi 9000 polloni a ettaro con altezza superiore a m 1.30 nei primissimi anni dopo la cedua-

Tab. 2 - Stima dei parametri delle equazioni utilizzate con relative statistiche. (*NP*): numero di polloni; (*HT*): altezza polloni; (*g*): area basimetrica media; (*SE*): errore standard; (*SEE*): errore standard della stima.

Equazione	Param.	SE param.	R ²	SEE	
$\ln(NP) = b_0 + b_1 \cdot \ln(E)$	b_0	9.4960	0.2835	0.8560	0.3105
	b_1	-0.6489	0.0941		
$\ln(HT) = b_0 + b_1 \cdot NP + b_2 \cdot 1/(E) + b_3 \cdot 1/(DBH) + b_4 \cdot 1/(DBH \cdot E)$	b_0	3.6723	0.0336	0.9599	0.1779
	b_1	-0.0002	0.00004		
	b_2	0.1216	0.7008		
	b_3	-6.2088	0.2328		
	b_4	10.5159	0.5260		
$\ln(g) = b_0 + b_1 \cdot 1/(E^2) + b_2 \cdot NP$	b_0	-1.8961	0.1700	0.9779	0.2274
	b_1	14.8024	3.3026		
	b_2	-0.0011	0.0001		

Fig. 1 - Variazione media del numero di polloni per ettaro in funzione dell'età.



zione, si passa ad una riduzione di circa il 50% al quinto anno e si arriva a circa 2300 polloni a ettaro a 15 anni, 1700 a 25 anni e a circa 1000 con turni di 50 anni. La riduzione numerica dei polloni è assai sostenuta fino ai 20-25 anni, per poi diventare assai modesta (Fig. 1). A 5 e a 15 anni il numero cumulato dei polloni morti è, rispettivamente, di 2200 e 4200 a ettaro (Fig. 1).

Per quanto riguarda le variazioni storiche delle altezze, tramite l'eqn. 2 sono state stimate le curve ipsometriche alle diverse età. I valori dei coefficienti di regressione e i loro errori standard (Tab. 2) esprimono discreti livelli di confidenza dell'interpolazione. La Fig. 2 evidenzia l'influenza del fattore età sullo sviluppo delle curve ipsometriche.

Come atteso, vi è un diverso accrescimento longi-

tudinale dei polloni alle diverse età. La maggiore ripidità della curva ipsometrica nei primi anni (Fig. 2) indica come i polloni siano caratterizzati da una notevole crescita in altezza in questa fase. Al variare dei diametri si riscontra una notevole differenziazione ipsometrica, a causa della forte competizione per la luce presente in questa fase di crescita tra i singoli individui. In una fase biologica più avanzata, invece, la curva ipsometrica appare decisamente più appiattita e la differenza di altezza fra piante di dimensioni diametriche differenti è modesta (Fig. 2).

Tramite l'eqn. 3 è stata stimata l'area basimetrica media. La funzione elaborata presenta una struttura assimilabile a quella di modelli proposti in letteratura (ad es., Sullivan & Clutter 1972, Clutter et al. 1983). Le statistiche di regressione sono riportate in

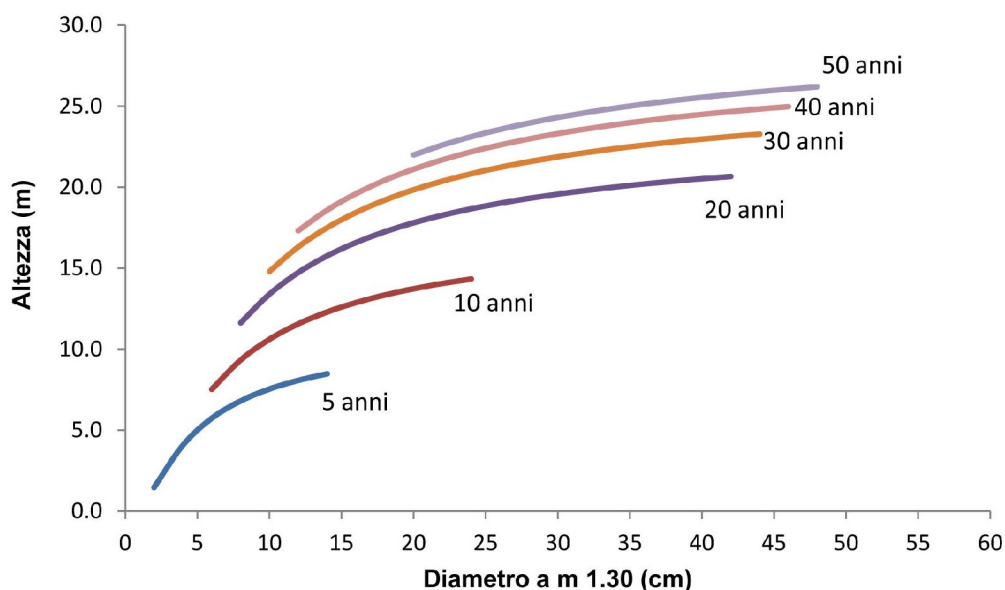
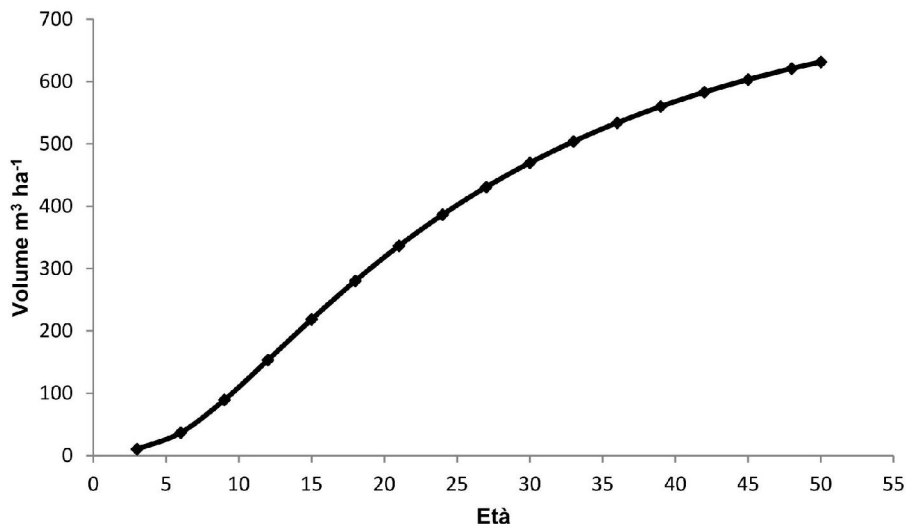


Fig. 2 - Variazioni storiche della curva ipsometrica.

Fig. 3 - Sviluppo storico della curva di massa.



Tab. 2. L'area basimetrica (G) a ettaro per ogni età, è data, di conseguenza, dal prodotto tra l'area basimetrica media (g) stimata con la funzione (eqn. 3) e il numero di polloni (NP) presenti a quella determinata età.

In Fig. 3 è riportato lo sviluppo del volume al variare delle età. In Fig. 4 è rappresentato lo sviluppo dell'incremento medio, corrente e percentuale. La culminazione dell'incremento medio avviene a 25 anni, mentre quella dell'incremento corrente avviene circa 10 anni prima.

In Tab. 3 è riportata la tavola di produzione reale ottenuta seguendo il procedimento prima esposto.

I risultati ottenuti confermano l'elevata capacità produttiva dei cedui di castagno. Il volume per le diverse classi di età passa, mediamente, da circa 90 a 630 $m^3 ha^{-1}$, rispettivamente, per cedui di 9 e 50 anni. Anche gli incrementi sono sostenuti. La culminazione dell'incremento medio avviene all'età di 25 anni con 16 $m^3 ha^{-1} anno^{-1}$, mentre quella dell'incremento

corrente si osserva a 15 anni con 21 $m^3 ha^{-1}$. L'incremento percentuale passa da 23.9% a 6 anni 0.8% a 50 anni.

Valori inferiori sono riportati da Castellani (1963) nella tavola alsometrica per i cedui di castagno della Calabria, con un incremento medio annuo massimo di 14.5 $m^3 ha^{-1}$ a 21 anni per la classe di fertilità ottima e di 8.6 $m^3 ha^{-1}$ a 23 anni per quella scadente. In un recente lavoro sui cedui di castagno della Calabria, Ciancio et al. (2004) indicano all'età di 15 anni un incremento medio annuo di 16 $m^3 ha^{-1}$.

Pur consapevoli della grande variabilità che c'è in Italia fra le differenti zone, dovuta a fattori ecologici e a differenti moduli colturali adottati nei cedui castanili, un sintetico confronto con altre realtà italiane evidenzia come in quest'area della Calabria le condizioni edafiche e climatiche siano ottimali per il castagno, il quale è in grado di assicurare produzioni decisamente elevate, se confrontate con altre realtà. Ad esempio, Cantiani (1965) per i cedui dei Monti Cimi-

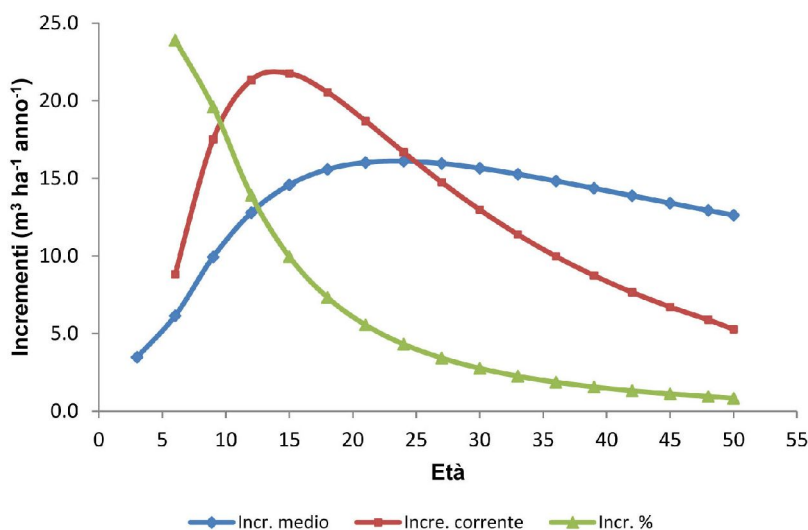


Fig. 4 - Variazione dell'incremento medio, corrente e percentuale di volume.

Tab. 3 - Tavola della produzione reale del Castagno nella Presila di Catanzaro (Calabria).

Età (anni)	N polloni	Dg (cm)	Hg (m)	G (m ² ha ⁻¹)	Vol (m ³ ha ⁻¹)	Im (m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹)	Ic (m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹)
3	6522	3.0	2.8	4.49	10.43	3.48	-
6	4159	5.7	6.0	10.64	36.86	6.14	8.81
9	3197	8.6	9.3	18.36	89.41	9.93	17.52
12	2653	11.0	12.0	25.30	153.41	12.78	21.33
15	2295	13.1	14.0	31.01	218.70	14.58	21.76
18	2039	14.9	15.7	35.59	280.34	15.57	20.55
21	1845	16.5	17.0	39.21	336.42	16.02	18.69
24	1692	17.8	18.1	42.08	386.49	16.10	16.69
27	1567	19.0	19.0	44.34	430.75	15.95	14.75
30	1464	20.0	19.9	46.12	469.68	15.66	12.98
33	1376	21.0	20.6	47.52	503.84	15.27	11.39
36	1300	21.8	21.2	48.62	533.78	14.83	9.98
39	1234	22.6	21.7	49.47	560.02	14.36	8.74
42	1176	23.3	22.2	50.12	583.01	13.88	7.66
45	1125	23.9	22.7	50.61	603.16	13.40	6.72
48	1079	24.5	23.1	50.96	620.83	12.93	5.89
50	1051	24.9	23.3	51.13	631.38	12.63	5.27

ni (Viterbo) e Baragliu (1979) per la provincia di Nuoro riportano incrementi medi annui di oltre 25 m³ ha⁻¹; La Marca (1981) ha segnalato per la Valle dell'Irno (Salerno e Avellino) incrementi medi annui compresi tra 19 m³ ha⁻¹ a 9 anni per la classe di fertilità ottima e 13 m³ ha⁻¹ a 12 anni per quella scadente. Valori annui compresi tra 9 e 15 m³ ha⁻¹ a 15 ÷ 20 anni di età sono riportati da Costa (1984) per cedui di castagno in Irpinia. In Toscana, secondo Bernetti (1987), per cedui a turno lungo (25-30 anni), in buone condizioni di fertilità e sottoposti a un diradamento a metà turno, è ipotizzabile una produzione, a fine turno, di oltre 200 m³ ha⁻¹. Iovino (2005) per l'area del complesso di Pizzo d'Alvano (province di Salerno e Avellino) ha evidenziato variazioni dei valori del volume per cedui da 4 a 20 anni, rispettivamente, da 89 a 322 m³ ha⁻¹. Il valore massimo dell'incremento medio è risultato di 15.7 m³ ha⁻¹ all'età di 15 anni.

Assortimentazione

Sulla base del modello di accrescimento messo a punto, della funzione di profilo utilizzata (Ciancio et al. 2004) e di tre possibili turni che possono essere adottati (a 15, 25 e 50 anni) per ottenere assortimenti abbastanza differenziati, sono stati stimati, mediante simulazione, gli assortimenti ritraibili.

Con turni di 15 anni (età alla quale viene utilizzata la maggior parte dei cedui) circa il 60% della produzione è costituita da assortimenti di piccole dimen-

sioni (diametro ≤ a 5 cm), mentre la paleria minuta e grossa rappresenta, rispettivamente, il 22 e il 18% del materiale ritraibile. Mancano del tutto gli assortimenti di maggiori dimensioni (Fig. 5).

L'allungamento del turno a 25 anni determina, rispetto a quello di 15 anni, un aumento significativo della paleria grossa (54%) e una sensibile diminuzione degli assortimenti di piccole dimensioni (28%). Inoltre, si possono ricavare, anche se in misura limitata, assortimenti di maggior pregio, quali legname per travatura e pali telegrafici (in totale poco più dell'8%). Con turni di circa 25 anni, comunque, l'assortimento prevalente è la paleria minuta e grossa che rappresenta complessivamente il 63% del totale (Fig. 5).

Con un turno di 50 anni aumenta la percentuale di pali telegrafici e di legname per travatura, che raggiungono il 32% degli assortimenti ritraibili, parte dei quali destinabili anche alla produzione di segati. In generale si nota una più equilibrata ripartizione degli assortimenti, con il 28% di assortimenti di piccole dimensioni, il 31% di paleria grossa e solo l'8% di paleria minuta (Fig. 5).

Necromassa

La quantità di necromassa presente è costituita da polloni morti in piedi e/o a terra, legno morto a terra e ceppaie, con valori compresi tra 11.9 e 68.7 m³ ha⁻¹. La componente più rappresentata è sempre quella

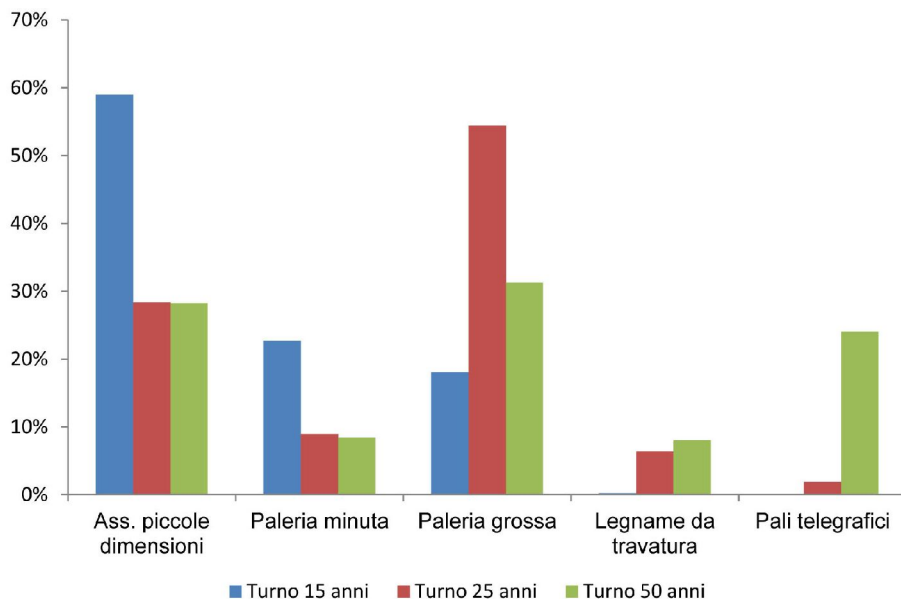


Fig. 5 - Assortimenti ritraibili alle diverse età.

dei polloni morti in piedi, variabile dal 65 al 92%, mentre quella meno rappresentata è costituita da polloni e/o alberi morti a terra.

Nei cedui di 2-3 anni la necromassa è costituita quasi esclusivamente da ceppaie morte, riferibili alla prima classe di decomposizione, più raramente a quelle caratterizzate da un più accentato grado di decomposizione.

Al crescere dell'età del ceduo aumenta anche la quantità di necromassa e si differenziano le varie componenti. Nei cedui di 15 anni, mediamente, la necromassa è pari a $11.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Tab. 4), e la componente dei polloni morti in piedi risulta decisamente elevata (più di 1000 polloni a ettaro con diametri a petto d'uomo da 3 a 6 cm). In termini di volume, tale componente rappresenta il 65% dell'intera necromassa presente. La restante parte è costituita da ceppaie (30%) e da legno morto a terra (5%).

Per i cedui di 25 anni, la necromassa presenta valori decisamente elevati, circa $69 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Tab. 4). La componente maggiormente rappresentata è costituita dai polloni morti in piedi (2907 a ettaro, con dia-

metri a petto d'uomo da 3 a 12 cm) che, in termini di volume, costituiscono l'84% del totale della necromassa. Vi sono anche polloni morti a terra (296 a ettaro) che, però, in termini di volume, rappresentano appena il 2% del valore complessivo. Trascurabile risulta anche il legno morto a terra, pari allo 0.6% della necromassa totale. La necromassa riferita alle ceppaie è pari a $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, e tale valore incide per il 13% alla costituzione del volume complessivo della necromassa.

Nei cedui di 50 anni la necromassa è risultata pari a $23.0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Tab. 4). I polloni morti in piedi, pur essendo appena 69 (diametro a petto d'uomo da 6 a 30 cm), costituiscono quasi il 93% della necromassa totale. Il legno morto a terra e le ceppaie rappresentano, rispettivamente, l'1.6% e il 5.6% del valore totale.

Valori non molto dissimili da quelli qui riscontrati sono riportati da La Fauci & Mercurio (2008) per i cedui di castagno nel Parco Nazionale dell'Aspromonte (Reggio Calabria), con $21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ per cedui di 40 anni e di $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ per quelli di 45 anni.

Per quanto riguarda la classe di decomposizione,

Tab. 4 - Necromassa presente nei cedui di castagno a diverse età.

Età	Polloni morti in piedi (n ha^{-1})	Polloni morti in piedi ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Polloni morti a terra (n ha^{-1})	Polloni morti a terra ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Legno morto a terra ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Ceppaie ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Totale ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
3	-	-	-	-	-	13.2	13.2
15	1056	7.7 (65%)	-	-	0.6 (5%)	3.6 (30%)	11.9
25	2907	58.0 (84%)	296	1.4 (2%)	0.4 (0.6%)	8.9 (13%)	68.7
50	69	21.3 (93%)	-	-	0.4 (1.6%)	1.3 (5.6%)	23.0

nessuna componente della necromassa, a parte le ceppaie, rientra nelle ultime due classi di decomposizione di Koop. Ciò probabilmente, a causa dell'intensa utilizzazione di questi soprassuoli nel passato che prevedeva anche l'allontanamento di tutto il materiale legnoso, ramaglia minuta compresa. Altro elemento caratteristico è l'assenza di ceppaie morte di recente riferibili alla prima classe di decomposizione. Quelle presenti sono ascrivibili tutte alle classi di più avanzata fase di decomposizione.

Nei cedui di 15 anni la quasi totalità dei polloni morti in piedi (il 90%) rientra nella prima classe di decomposizione (Fig. 6A), a conferma che la morte dei polloni è avvenuta piuttosto recentemente a seguito della selezione naturale. Il legno morto a terra, invece, appartiene a stadi di decomposizione più avanzati (classe 2 e 3), così come le ceppaie che nel 80% dei casi rientrano nelle classi 3 e 4 (Fig. 6A).

Abbastanza diversa appare la situazione nei cedui di 25 anni, dove più del 70% dei polloni morti in piedi rientra nella II e III classe di decomposizione (Fig. 6B); a queste due classi sono attribuibili, inoltre, tutte le altre componenti della necromassa (Fig. 6B). I polloni e il legno morto a terra rientrano, ciascuno per il 20%, nella seconda classe e per l'80% nella terza classe di decomposizione. Le ceppaie sono attribuibili alla quarta classe di decomposizione.

Nei cedui di 50 anni, i polloni morti in piedi rientrano nella I (74%) e II classe (26%) di decomposizione (Fig. 6C). A quest'ultima classe è attribuibile anche la maggior parte delle ceppaie (più del 60%), unitamente a una piccola quantità di legno morto a terra (meno del 30%) che, invece, è abbondantemente presente (più del 70%) nella III classe di decomposizione. Nella IV classe di decomposizione sono presenti solamente ceppaie.

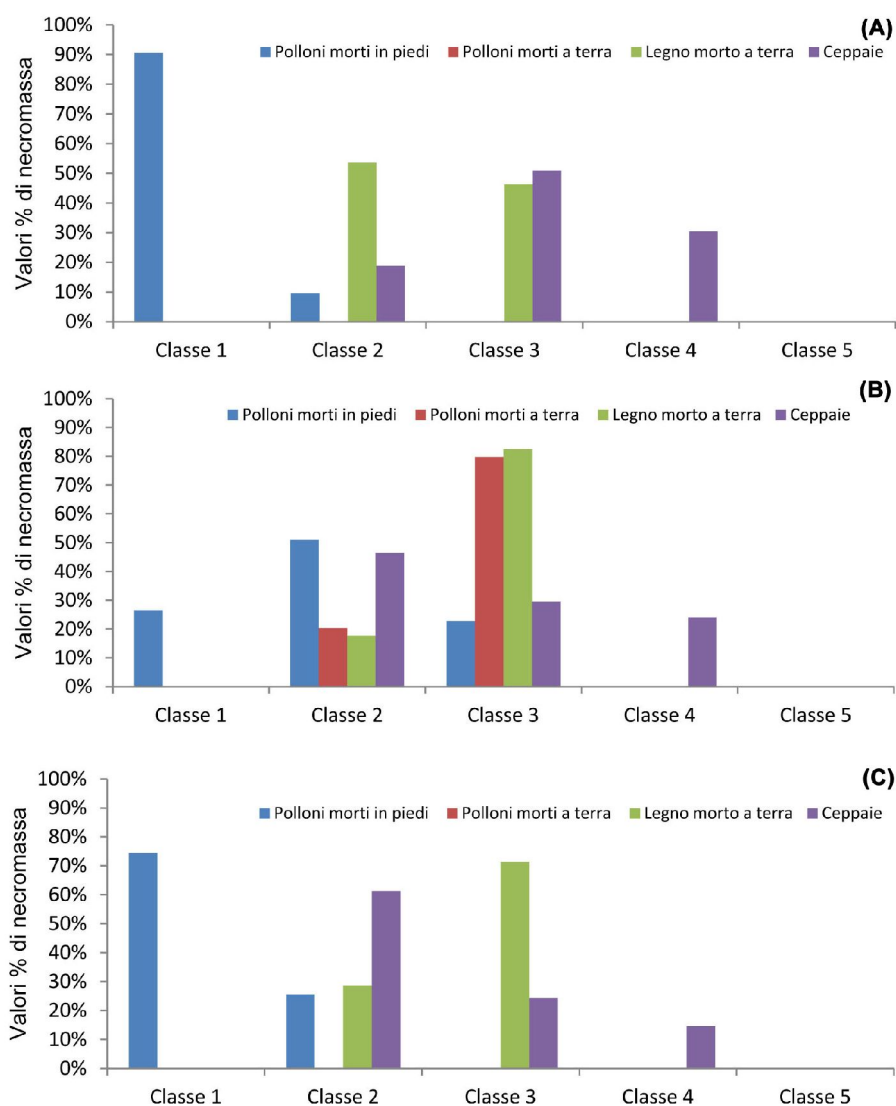


Fig. 6 - Ripartizione percentuale delle componenti della necromassa nelle 5 classi di decomposizione del legno. (A): Classi di decomposizione del ceduo a 15 anni; (B): classi di decomposizione a 25 anni; (C): classi di decomposizione a 50 anni.

Conclusioni

Lo studio si inserisce in un filone della ricerca forestale, quale i modelli di crescita (*growth and yield*), indispensabili nella pianificazione forestale attuata a diverse scale (Vanclay 1994, Von Gadow & Hui 1999, Pretzsch 2009, Weiskittel et al. 2011). I risultati ottenuti confermano come per il castagno ci sia la possibilità di mantenere la forma di governo a ceduo anche quando si mira a ottenere assortimenti di dimensioni elevate (travature e tronchi per segati), adeguando il modulo colturale alle richieste del mercato (Amorini & Manetti 1997, Manetti 2010).

Sulla lunghezza dei turni nella gestione dei cedui di castagno incide fortemente il tipo di proprietà, poiché il piccolo proprietario tende a distribuire le ceduazioni temporalmente e spazialmente in modo da assicurarsi un reddito pressoché costante nel tempo. Proprio per questo i turni sono spesso compresi tra 10 e 15 anni (Ciancio et al. 2004). Con questi cicli di utilizzazione si ottiene, prevalentemente, paleria minuta per usi agricoli e assortimenti di piccole dimensioni per usi diversi (vergoni e archi per serre, pali per ortofloricoltura, cimali per fascinate, verghe per graticciate). Spesso moduli colturali basati su intervalli di taglio così brevi risultano inadeguati per una piena valorizzazione delle potenzialità produttive della specie (Manetti et al. 2006). In passato i turni lunghi erano riservati ai cedui più distanti dai centri abitati e a quelli ricadenti nelle proprietà pubbliche.

I risultati a cui si è pervenuti evidenziano come con turni di 25 fino a 50 anni sia possibile ottenere una diversificazione dei prodotti con produzioni di assortimenti di maggior pregio, oggi attivamente ricercati dal mercato. Un allungamento dei turni è auspicabile anche per ridurre l'impatto visivo e ambientale della ceduazione (Rubio et al. 1999, Gondard et al. 2001, Mason & Macdonald 2002, Decocq et al. 2004, Gondard & Romane 2005, Riondato et al. 2005, Gondard et al. 2006, Melini 2006), e riducendo nel contempo il rischio di incendi.

Con riferimento a quest'ultimo fenomeno, le analisi condotte sulla caratterizzazione quantitativa e qualitativa della necromassa hanno mostrato come anche questa sia direttamente legata alla lunghezza del turno. La quantità di necromassa relativa alla componente dei polloni morti in piedi, particolarmente elevata nei cedui con turni fino a 25 anni, conferma che questa può costituire un grave problema per l'insorgere e il diffondersi degli incendi boschivi, come avviene con grande frequenza in estate. Sotto questo aspetto la riduzione di densità mediante gli sfollamenti e i diradamenti dei polloni soprannumerari,

malformati, deperienti e dominati si configurano come interventi di prevenzione selvicolturale che, oltre a determinare un miglioramento qualitativo della produzione, favoriscono una diminuzione di biomassa potenzialmente combustibile (Ciancio & Menguzzato 1987, Iovino 2005) e una più elevata resistenza e resilienza nei confronti del fuoco (Keely 1986, Trabaud 1987, Leone 2001). Inoltre consentono una maggiore percorribilità del bosco e quindi una più facile estinzione, con conseguenti minori danni e una più pronta ricostituzione del bosco.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del progetto PRIN 2009 "INFLAMING: Sperimentazione di modelli e tecniche innovative per la gestione integrata dei combustibili nella prevenzione degli incendi boschivi in foreste mediterranee e temperate" (coordinatore nazionale: P. Corona), finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca.

Bibliografia

- ARSSA (2003). I suoli della Calabria. Carta dei suoli in scala 1:25.000 della Regione Calabria. Rubettino Industrie Grafiche ed Editoriali, Soveria Mannelli, Catanzaro, pp. 387.
- Amorini E, Manetti MC (1997). Le fustaie da legno di castagno del Monte Amiata. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* 28: 53-61.
- Amorini E, Manetti MC (2002). Selvicoltura nei cedui di castagno. Sostenibilità della gestione e produzione legnosa di qualità. In: "Il bosco ceduo in Italia" (Ciancio O, Nocentini S eds). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 219-248.
- Arcidiaco L, Ciancio O, Garfi V, Iovino F, Menguzzato G, Nicolaci A (2006). Area di vegetazione e campo di idoneità ecologica del Castagno in Calabria. *L'Italia Forestale e Montana* 61 (6): 489-506. - doi: [10.4129/IFM.2006.6.02](https://doi.org/10.4129/IFM.2006.6.02)
- Baragliu A (1979). Tesi di laurea. Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, Università di Firenze, pp. 185.
- Bernetti G (1987). I boschi della Toscana. Edagricole, Bologna, pp. 143.
- Bernetti G (1995). Selvicoltura speciale. UTET, Torino, pp. 415.
- Bernetti G (1998). Prospettive di evoluzione e di uso dei boschi di montagna. Selvicoltura dell'Appennino centrale. In: "Atti della giornata preparatoria al II Congresso Nazionale di Selvicoltura". Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 33-40.
- Bianchi M (1981). Le fustaie di faggio di origine agamica della Toscana: tavole di produzione per i boschi coetanei. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali* 30: 247-

- 283.
- Cantiani M (1965). Tavola alsometrica dei cedui di castagno dei Monti Cimini. Ricerche sperimentali di Dendrometria e Auxometria 4: 27-31.
- Castellani C (1963). Ricerche dendrometriche e auxometriche su fustaie di pino e faggio e sui cedui di castagno della Calabria. Direzione generale per l'economia montana e per le foreste, Roma, pp. 44.
- Cava S, Ciancio O (1976). Osservazioni sperimentali sui cedui originatisi per conversione dei castagneti da frutto. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura 6: 203-230.
- Ciancio O (1971). Sul clima e sulla distribuzione altimetrica della vegetazione forestale in Calabria. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura 2: 321-370.
- Ciancio O, Garfi V, Iovino F, Menguzzato G, Nicolaci A (2004). I cedui di castagno in Calabria: caratteristiche colturali, produttività e assortimenti ritraibili. L'Italia Forestale e Montana 59 (1): 1-14.
- Ciancio O, Menguzzato G (1987). Sull'epoca di taglio dei cedui di castagno. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura 16: 251-277.
- Clutter JL, Fortson JC, Pienaar LV, Brister GH, Bailey RL (1983). Timber management: a quantitative approach. John Wiley & Sons, New York, USA, pp. 333.
- Conedera M, Stanga P, Lischer C, Stockli V (2000). Competition and dynamics in abandoned chestnut orchards in southern Switzerland. Ecologia Mediterranea 26 (1-2): 101-112.
- Corona P, Marziliano PA, Scotti R (2002). Top-down growth modelling: a prototype for poplar plantations in Italy. Forest Ecology and Management 161: 65-73. - doi: [10.1016/S0378-1127\(01\)00481-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00481-9)
- Costa N (1984). Tesi di laurea. Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, Università di Firenze, pp. 215.
- Curtis RO (1967). Height-diameter and height-diameter-age equation for second-growth Douglas-fir. Forest Science 13 (4): 365-375.
- Decocq G, Aubert M, Dupont F, Alard D, Saguez R, Watz-Franger A, De Foucault B, Delelis-Dusollier A, Bardat J (2004). Plant diversity in a managed temperate deciduous forest: understorey response to two silvicultural system. Journal of Applied Ecology 41: 1065-1079. - doi: [10.1111/j.0021-8901.2004.00960.x](https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00960.x)
- Von Gadow K, Hui G (1999). Modelling forest development. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany, pp. 228.
- Giacomini V, Fenaroli L (1958). La flora. Conosci l'Italia - Volume II. Touring Club Italiano, Milano, pp. 272.
- Gondard H, Romane F (2005). Long-term evolution of understorey plant species composition after logging in chestnut coppice stands (Cevennes Mountain, Southern France). Annales of Forest Sciences 62: 333-342. - doi: [10.1051/forest:2005028](https://doi.org/10.1051/forest:2005028)
- Gondard H, Romane F, Grandjanny M, Li J, Aronson J (2001). Plant species diversity in abandoned chestnut (*Castanea sativa*) groves in southern France. Biodiversity and Conservation 10: 189-207. - doi: [10.1023/A:1008997625523](https://doi.org/10.1023/A:1008997625523)
- Gondard H, Romane F, Santa Regina I, Leonardi S (2006). Forest management and plant species diversity in chestnut stands of three Mediterranean areas. Biodiversity and Conservation 15: 1129-1142. - doi: [10.1007/s10531-004-3103-8](https://doi.org/10.1007/s10531-004-3103-8)
- INFC (2005). Le stime di superficie 2005. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF, Corpo Forestale dello Stato, CRA-ISAF, Trento.
- Iovino F (2005). La gestione dei cedui di castagno nelle aree interessate da colate di piroclastiti in Campania. In: Atti del convegno "Scritti in Onore di Orazio Ciancio" (Corona P, Iovino F, Maetzke F, Marchetti M, Menguzzato A, Nocentini S, Portoghesi L eds). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 267-284.
- Keely JE (1986). Resilience of mediterranean shrub communities to fires. In: "Resilience in Mediterranean-type Ecosystems. Tasks for Vegetation Science 16" (Dell B, Hopkins AJM, Lamont BB eds). Dordrecht, Germany, pp. 95-112.
- Koop H (1989). Forest Dynamics - SILVI-STAR: A comprehensive monitoring system. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 229.
- La Fauci A, Mercurio R (2008). Caratterizzazione della necromassa in cedui di castagno (*Castanea sativa* Mill.) nel Parco nazionale dell'Aspromonte. Forest@ 5: 92-99. - doi: [10.3832/efor0511-0050092](https://doi.org/10.3832/efor0511-0050092)
- La Marca O (1981). Ricerche dendrometriche e auxometriche sui cedui di castagno della Valle dell'Irno. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali 30: 3-44.
- la Marca O (1989). La pineta della "Duna Feniglia". Cellulosa e Carta 2: 37-47.
- Leone V (2001). Interventi selvicolturali per il recupero di soprassuoli boschivi percorsi da incendio. L'Italia Forestale e Montana 6: 430-440.
- Manetti MC (2010). Selvicoltura dei cedui di castagno. In: Appunti 46° Corso, San Vito di Cadore, Univ. di Padova, pp. 119-138.
- Manetti MC, Amorini E, Becagli C (2004). Gestione selvicolturale e tipologie strutturali nei popolamenti di castagno del Pratomagno Casentino. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura 31: 109-118.
- Manetti MC, Amorini E, Becagli C (2006). New silvicultural models to improve functionality of chestnut stands. Advances in Horticultural Science 20 (1): 65-69.
- Mason CF, Macdonald SM (2002). Responses of ground flora to coppice management in an English woodland - a

- study using permanent quadrats. *Biodiversity and Conservation* 11: 1773-1789. - doi: [10.1023/A:1020395014155](https://doi.org/10.1023/A:1020395014155)
- Melini D (2006). Gestione forestale e biodiversità: i cedui di cerro della Toscana meridionale. *L'Italia Forestale e Montana* 66 (4): 251-273. - doi: [10.4129/IFM.2006.4.02](https://doi.org/10.4129/IFM.2006.4.02)
- Pettenella D (2001). Marketing perspectives and instruments for chestnut products and services. *Forest Snow Landscape Research* 76 (3): 511-517.
- Pividori M, Armando F, Conedera M (2006). Dinamiche post-colturali in un ceduo misto di castagno ai suoi limiti ecologici. *Forest@* 3 (1): 86-90. - doi: [10.3832/efor0340-0030086](https://doi.org/10.3832/efor0340-0030086)
- Pretzsch H (2009). *Forest dynamics, growth and yield*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 664.
- Ribaud F (1997). Assortimenti di legname da lavoro ottenuti dal castagno: serie storiche e previsioni di medio termine. *Italia Forestale e Montana* 1: 19-45.
- Riondato R, Colpi C, Del Favero R (2005). Indicatori di biodiversità in ostriro-querceti cedui di diversa età sui Colli Euganei (PD). *L'Italia Forestale e Montana* 65 (4): 405-427.
- Rivas-Martínez S (1995). Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatic Classification System of the World). *Folia Botanica Matritensis* 16: 1-25.
- Rubio A, Gavilan R, Escudero A (1999). Are soil characteristics and understory composition controlled by forest management? *Forest Ecology and Management* 113: 191-200. - doi: [10.1016/S0378-1127\(98\)00425-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00425-3)
- Sullivan AD, Clutter JL (1972). A simultaneous growth and yield model for loblolly pine. *Forest Sciences* 18: 76-86.
- Tabacchi G, Di Cosmo L, Gasparini P (2011). Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. *European Journal of Forest Research* 130: 911-934. - doi: [10.1007/s10342-011-0481-9](https://doi.org/10.1007/s10342-011-0481-9)
- Trabaud L (1987). Fire and survival traits of plants. In: "The role of fire in ecological system" (Trabaud L ed). SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, pp. 65-89.
- Vanclay JK (1994). *Modelling forest growth and yield*. CAB International, Wallingford, pp. 312.
- Weiskittel AR, Hann DW, Kershaw JA, Vanclay JK (2011). *Forest growth and yield modeling*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, pp. 415.