

PIERMARIA CORONA

Indagini dendrometriche sul pino montano (*Pinus mugo* Turra) del Trentino Orientale.

RIASSUNTO

Gli studi morfologici sulle specie legnose orofile prostrate hanno una certa importanza per lo sviluppo delle ricerche dendroecologiche e bioingegneristiche in aree montane.

Nella presente nota vengono illustrati i risultati di una indagine sulle caratteristiche dendrometriche del pino montano, condotta in cinque popolamenti a portamento prostrato del Trentino orientale. I popolamenti alle quote inferiori presentano fusti con forma media significativamente più conica e curvatura meno accentuata rispetto a popolamenti a quota maggiore, la cui forma media è assimilabile al paraboloide cubico. Nonostante la singolarità morfologica della specie, le correlazioni istituite tra le grandezze rilevate (lunghezza, forma e curvatura dei fusti, ampiezza della chioma), evidenziano analogie con le specie a portamento eretto.

SUMMARY

Dendrometric investigations on mountain pine (*Pinus mugo* Terra) from eastern Trentino (Northern Italy)

The morphological study of a woody creeper orophytes has some importance for research development in dendroecology and forest engineering.

In this paper the results of a survey on mountain pine dendrometric features, carried out into five dwarf stands, are presented. In spite of morphological peculiarity, the mutual relations among observed parameters (stem length, form, bending, crown cover) show dendrometric similarity between mountain pine and upright growth form species. As regards ecotypical differentiation, it is to be noticed that low altitude stands have average stem form more conic and stem bending more convex than high altitude stands, whose average stem form is close to cubic paraboloid.

1. Introduzione

Nei gruppi calcarei e dolomitici della regione alpina e del massiccio del Gran Sasso (Appennino centrale) la principale specie arborea colonizzatrice dei macereti e dei detriti di falda è rappresentata dal pino montano, una delle nostre orofile più caratteristiche e simpatiche. In tali aree le piante di pino montano possono talora es-

sere considerate come formazioni regressive in zone di tensione; più spesso però esse costituiscono cenosi continuamente arrestate nel loro divenire successionale dal ripetersi di eventi catastrofici (valanghe, rotolamento di sassi, frane), la cui frequenza e intensità determinano una sorta di equilibrio dinamico che non consente un passaggio definitivo verso tipi fisionomici più progrediti. In realtà un'evoluzione esiste, ma enormemente rallentata: infatti

solo in tempi molto lunghi la disgregazione delle rocce ad opera dei sistemi radicali del pino montano e delle specie ad esso consociate, unitamente alla modesta formazione di lettiera, riescono a costituire un substrato idoneo ad accogliere piante fittonanti come il larice e il pino cembro o a radici espanse come la picea.

Una volta questi popolamenti venivano sporadicamente utilizzati con tagli a raso localizzati, per la produzione di legna da ardere, ricercata soprattutto dai fornai per l'aroma particolare che conferisce al pane. Nel recente passato anche l'industria del mugolio, che ricava questa essenza dalla distillazione dei ramuli e delle gemme, portava a consistenti utilizzazioni, sia pure con ritmi molto incostanti (Morandini, 1958).

Oggi la funzione prevalente dei soprassuoli di pino montano è quella di tutela ambientale, in particolare di difesa idrogeologica, soprattutto nelle zone al limite superiore della vegetazione arborea. Le favorevoli caratteristiche di adattamento e di rusticità hanno determinato una crescente utilizzazione della specie anche per operazioni di ripristino territoriale e di bioingegneria forestale, come il consolidamento di detriti recenti o la protezione dall'erosione di pendici con substrati rocciosi messi a nudo (Florineth, 1981; Schiechtl, 1984). Il pino montano viene inoltre diffuso nei rimboschimenti d'alta quota a scopi antivalanghivi, per l'azione di imbrigliamento delle masse nevose che esplica per mezzo dei fusti arcuati e flessibili e delle chiome appressate.

A fronte di un'ampia serie di studi sui caratteri botanici della specie, volti all'inquadramento di entità sottospecifiche ed ecotipi, il pino montano risulta non molto conosciuto, nel nostro Paese, per quanto riguarda gli aspetti dendrometrici, che peraltro hanno un certo interesse sia per l'individuazione delle forme di accrescimento che per la loro caratterizzazione funzionale. Al fine di offrire un contributo sull'argomento, vengono qui presentati i risultati di un'indagine dendrometrica condotta su alcuni popolamenti di pino montano del distretto forestale di Primiero (Trentino orientale).

2. Materiali e metodi

Sono stati esaminati i popolamenti situati nelle seguenti località:

- 1) Ponte S. Silvestro (alt. 600 m)
- 2) Fatanet (alt. 800 m)
- 3) Ponte delle Fosse (alt. 1800 m)
- 4) Malga Fossetta (alt. 1850 m)
- 5) Val di Venegiotta (alt. 1900 m)

I popolamenti 1 e 2 rientrano nella zona fitoclimatica a cavallo tra il *Castanetum freddo* e il *Fagetum* su terreni a matrice calcareo-saccaroide, in cui costituiscono consorzi frammentari insieme a relitti di flora orofila isolatasi geograficamente e conservatasi per l'insorgere di condizioni di mancata o interrotta pedogenesi e di particolare microclima (inversione termica). I popolamenti 3, 4 e 5 fanno parte invece di tipici consorzi microtermici del *Picetum freddo*: di tali consorzi il pino montano costituisce, in questa zona, l'elemento più significativo in termini di biomassa, insieme con salici nani e rododendri.

In ogni popolamento sono stati individuati alcuni esemplari tra i più rappresentativi per dimensioni e portamento, escludendo sistematicamente i soggetti policormici, per un totale di 106 individui campionati.

Di ciascuno sono stati rilevati (estate 1986):

- *lunghezza*, misurata lungo il fusto dall'uscita dal terreno all'apice lignificato, seguendo l'andamento incurvato delle singole piante (!);
- *Forma del fusto*, rilevata mediante misurazione delle circonferenze sopra corteccia (con un'approssimazione di 0,5 cm) della sezione di base e delle successive sezioni intervallate ogni 50 cm lungo il fusto, nonché della sezione a 1,30 m dalla base (per omogeneità con quanto si fa per le specie a portamento eretto);
- *curvatura del fusto*, rilevata mediante la misura delle coordinate di un certo numero (4-6) di punti lungo il fusto, con riferimento ad un piano cartesiano avente origine nella base del fusto, asse delle ascisse disposto orizzontalmente e asse delle ordinate verticalmente;
- *ampiezza della chioma*, rilevata mediante la

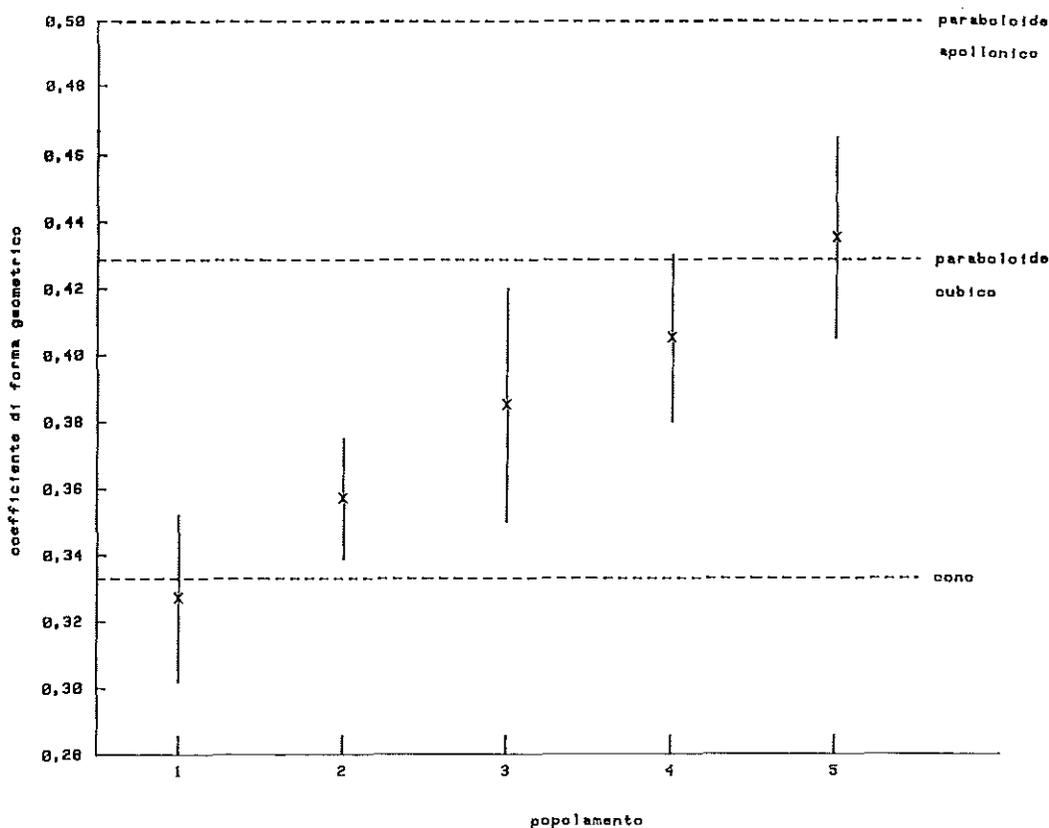


Figura 1 - Valori medi e intervalli fiduciari (al 95% di probabilità) del coefficiente di forma geometrico nei popolamenti esaminati.

misura della sua lunghezza lungo il fusto e la misura di due assi ortogonali della sezione di chioma, perpendicolare al fusto, di ampiezza maggiore.

In corrispondenza di ogni fusto è stata inoltre misurata l'inclinazione della pendenza, con il metodo della coltellazione, ed è stata rilevata la giacitura.

3. Risultati e discussione

3.1 Dimensioni dei fusti.

Nei popolamenti esaminati i fusti presentano lunghezze comprese tra 1-2 m per gli individui più giovani e 5-7 m per quelli più adulti, con maggiore frequenza tra 3 e

4 m. Per quanto riguarda i soggetti campionati non si sono riscontrate differenze significative tra i diversi popolamenti e ciò vale anche per le dimensioni trasversali dei fusti (diametro alla base d_0 , e diametro a 1,30 m dalla base, d).

Secondo la classificazione morfologica di Koliscuk (1967), le misure rilevate pongono indistintamente i cinque popolamenti nel gruppo dei pini montani d'alta montagna (?): rispetto alla categoria individuata da Koliscuk, essi si differenziano però per la minore incidenza di soggetti policormici (soprattutto nei popolamenti 1 e 2) e per la marcata curvatura dei fusti verso l'alto.

La lunghezza del fusto (h) è direttamente correlata alle sue dimensioni trasversali,



Formazione di pino montano su detriti di falda ai piedi del Cimon della Pala (Pale di San Martino).

secondo una legge il cui modello minimo significativo di rappresentazione è di tipo lineare ⁽³⁾:

$$h = 166 + 26,5 d_0 \quad (R^2 = 0,43; \text{ESS}\% = 19)$$

$$h = 183 + 35,4 d \quad (R^2 = 0,62; \text{ESS}\% = 13)$$

in cui h , d_0 e d sono espressi in centimetri. Analogamente a quanto avviene per le specie a portamento eretto, d si dimostra in grado di spiegare con maggiore approssimazione la variabilità di h , rispetto a d_0 , i cui valori sono condizionati dalla presenza della svasatura basale e dei cordoni radicali. Ciò vale anche per le relazioni con altre grandezze dendrometriche, come ad esempio il volume del fusto o l'ampiezza della chioma. La funzione che lega d a d_0 ha un andamento strettamente rettilineo, secondo l'equazione:

$$d = -0,77 + 0,78 d_0 \quad (R^2 = 0,76; \text{ESS}\% = 18)$$

3.2 Forma del fusto.

Il coefficiente di forma geometrico dei fusti esaminati oscilla nella maggior parte dei casi tra 0,30 e 0,45: la forma media dei fusti rientra quindi nel campo dei solidi di rivoluzione compresi tra il cono e il paraboloido cubico. Scomposti in sezioni i fusti presentano la stessa successione di seg-

menti di prototipi dendrometrici che caratterizza il profilo delle specie a portamento eretto, con una netta accentuazione della svasatura nella parte basale (iperneiloide).

La differenziazione formale tra i soggetti appartenenti ai diversi popolamenti risulta altamente significativa (Tab. 2): i fusti delle formazioni delle quote più basse (popolamenti 1, 2) sono nettamente più conici rispetto a quelli delle quote superiori, con il popolamento 3 che si colloca in posizione intermedia tra i due gruppi (Fig. 1). All'interno dei diversi popolamenti, parametri stazionali puntuali come giacitura e inclinazione non risultano invece associabili alla differente forma dei fusti (rispettivamente $t = 0,05$ e $t = 0,10$ per 102 g.l.).

La legge di variazione del coefficiente di riduzione ordinario (f) in funzione di d e di h è stata quantificata mediante procedura *stepwise* secondo l'equazione:

$$f = 0,200 + 567 \frac{1}{(d^2 h)} + 206 \frac{1}{h} \quad (R^2 = 0,99; \text{ESS}\% = 15)$$

È interessante osservare come, nonostante la procedura non fosse stata specificatamente condizionata ⁽⁴⁾, la relativa semplicità strutturale dell'equazione e le stesse variabili selezionate siano simili a quelle ottenute con analogo procedura in

Tabella 1 – Analisi della varianza sulla lunghezza del fusto (h) ed il diametro a 1,30 m (d) tra i popolamenti esaminati.

causa variazione	devianze	g.l.	varianze	F
(h) tra popolamenti	57822	4	14455	1,51 (n.s.)
entro popolamenti	972307	101	9627	
totale	1030129	105		
(d) tra popolamenti	53	4	13,3	2,42 (n.s.)
entro popolamenti	559	101	5,5	
totale	612	105		

Tabella 2 – Analisi della varianza sul coefficiente di forma geometrico tra i popolamenti esaminati. I popolamenti con lettere diverse sono significativamente differenti al 95% di probabilità.

causa variazione	devianze	g.l.	varianze	F
tra popolamenti	0,1097	4	0,027	5,40 (* *)
entro popolamenti	0,5115	101	0,005	
totale	0,6212	105		

1a 2ab 3b 4bc 5c

Tabella 3 – Analisi della varianza sul parametro q della curvatura del fusto tra i popolamenti esaminati. I popolamenti con lettere diverse sono significativamente differenti al 95% di probabilità.

causa variazione	devianze	g.l.	varianze	F
tra popolamenti	93,5	4	23,38	4,38 (* *)
entro popolamenti	357,2	67	5,33	
totale	450,7	71		

1a 2a 3ab 4b 5b

conifere a portamento eretto (Tabacchi, 1984).

Per la maggior parte dei fusti, che presentano un volume variabile tra 5 e 12 dm³, i valori di f sono compresi tra 0,4 e 1,5: valori di f superiori a 1 vengono registrati praticamente in tutti i soggetti con lunghezza inferiore a 2,5 m.

3.3 Curvatura del fusto.

La curvatura dei fusti presenta un andamento concavo verso l'alto, generalmente senza punti di flesso. La tangente al fusto tende, verso la base, a coincidere con l'asse delle ascisse (orizzontale), mentre verso il cimale si dispone con inclinazione di 30-70 gradi rispetto a tale asse; l'apice dei fu-

sti tende ad assumere una posizione verticale, raggiungendo valori in ordinata compresi tra 1 e 7 m.

Da un punto di vista geometrico, la curvatura dei fusti è nella maggior parte dei casi rappresentabile con la funzione potenziale:

$$y = px^q$$

in cui il parametro p dipende dalla rapidità con cui il fusto si allontana dall'asse delle ascisse e il parametro q condiziona la maggiore o minore convessità della curvatura stessa. Per i popolamenti esaminati, a fronte di bassi valori di p (mediamente 0,1-0,5), si sono riscontrati valori di q abbastanza elevati (mediamente 2-5), non molto superiori, comunque, a quelli preceden-



I fusti dei popolamenti alle quote inferiori sono caratterizzati da forma media più conica e curvatura meno accentuata rispetto ai popolamenti a quota maggiore.

temente osservati in altri popolamenti della zona (Corona E., 1968).

I due parametri p e q risultano strettamente associati alle dimensioni dei fusti, pur se in modo opposto. Infatti, rispetto a d ed h , p ha correlazione positiva (rispettivamente $t = 5,42$ e $t = 4,93$ per 70 g.l.), mentre q presenta correlazione negativa (rispettivamente $t = 4,20$ e $t = 3,57$ per 70 g.l.); i soggetti di maggiori dimensioni tendono quindi a mantenere il fusto proporzionalmente meno inclinato verso la base per poi incurvarsi verso l'alto più rapidamente rispetto ai soggetti più piccoli.

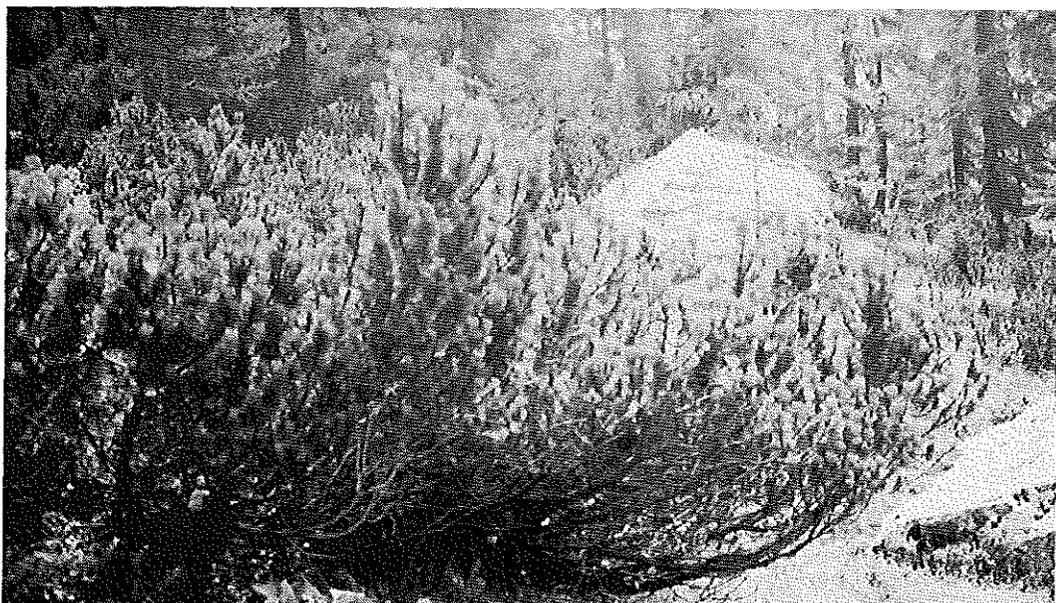
Differenze significative tra i diversi po-

polamenti sono state evidenziate solamente per il parametro q . I due popolamenti alle quote maggiori (4 e 5) presentano fusti relativamente più convessi rispetto ai popolamenti 1 e 2, mentre il popolamento 3 dimostra anche in questo caso un comportamento intermedio (Tab. 3).

3.4 Ampiezza della chioma.

La lunghezza della chioma (lc) è direttamente correlata alla lunghezza del fusto, secondo l'equazione lineare:

$$lc = 65,1 + 0,55 h \quad (R^2 = 0,50; \text{ESS}\% = 18)$$



Il pino montano tende a riunire i fusti in gruppi molto compatti in relazione alle peculiarità morfogenetiche della specie.

Come h , anche lc non presenta differenze significative tra i fusti esaminati nei diversi popolamenti.

L'inserzione della chioma avviene mediamente a $1/3-1/5$ della lunghezza del fusto a partire dalla base. Il punto di inserzione appare strettamente associato alla lunghezza del fusto: se espresso in termini relativi esso risulta infatti tanto più vicino alla base quanto minore è h ($t = 3,23$ per 104 g.l.). Tale fenomeno si ha in quanto i primi palchi di rami vivi, che negli individui più giovani si inseriscono quasi a fior di terra, si spostano con il progredire dell'età lungo il fusto, per fenomeni di potatura naturale e meccanica accidentale: la chioma del pino montano che nei fusti giovani è assimilabile a solidi di rivoluzione tra cilindro e cono, in quelli adulti tende a divenire fusiforme (paraboloide doppio).

Le sezioni trasversali delle chiome misurate ortogonalmente all'asse dei fusti, hanno forma più o meno ellittica, con rapporto tra asse maggiore e minore tra 1,5 e 2,1 circa e asse maggiore disposto sempre secondo le curve di livello. Le sezioni di maggiore ampiezza sui singoli fusti hanno

una superficie media tra 0,7 e 1,1 m², senza differenze significative tra i diversi popolamenti; la loro posizione si trova a $2/5-3/5$ della lunghezza del fusto a partire dalla base, tanto più in basso quanto più quest'ultimo tende ad assumere posizione eretta.

A fusti di dimensioni maggiori corrispondono chiome di maggiore ampiezza: questa grandezza risulta infatti positivamente associata sia a d che ad h (rispettivamente $t = 9,33$ e $t = 7,38$ per 104 g.l.).

La relazione che lega l'area basimetrica a 1,30 m con l'ampiezza della chioma segue l'andamento di una curva ad ampio raggio, che, similmente a quanto suggerito da Patrone (1963) per le specie a portamento eretto, può essere, in prima approssimazione, ridotta ad una retta. Il rapporto medio tra le due sezioni è pari a 280-320, superiore al valore medio di 225 indicato dallo stesso Autore come caratteristico per le specie forestali cresciute in formazioni chiuse: in tal senso si osserva che i popolamenti esaminati raramente danno luogo a copertura omogenea e continua, ma piuttosto tendono a riunire i fusti in gruppi frazionati, anche se molto compatti.

4. Conclusioni

L'indagine indica che il pino montano, nonostante alcune singolarità morfologiche, può essere inquadrato in analisi e interpretazioni dendrometriche sostanzialmente analoghe, nella loro esplicazione qualitativa, a quelle note per le specie forestali a portamento eretto. Le osservazioni e le formule suesposte non trovano immediata applicazione mercantile, date le modestissime utilizzazioni dei popolamenti, ma portano un contributo allo sviluppo delle ricerche sulle orofile prostrate, studiate finora soprattutto nei paesi dell'Europa orientale (Koliscuk, 1967; Bednarz, 1986).

La differenziazione rilevata tra i diversi popolamenti conferma la necessità di tenere conto anche degli aspetti morfometrici nell'individuazione di ecotipi all'interno della specie. Da un punto di vista pratico tale caratterizzazione può avere una importanza diretta per la scelta delle provenienze da utilizzare ai fini bioingegneristici: così, ad esempio, la tendenza dei popolamenti alle quote maggiori ad una più accentuata convessità dei fusti sembra garantire, a parità di altri fattori, una migliore funzionalità per la protezione antivalanghiva, per la più efficace azione di imbrigliamento delle masse nevose.

Si ringraziano il prof. B. Hellrigl (Padova) per la cortese revisione critica del testo e la dott. M. Marinelli (Roma) per la collaborazione fornita nell'elaborazione dei dati.

dott. Piermaria Corona

Centro di Sperimentazione Agricola
e Forestale - Roma

NOTE

- (1) Nel pino montano del Trentino orientale, trattandosi di soggetti a portamento generalmente prostrato, la lunghezza del fusto si identifica con l'altezza dendrometrica.
- (2) In effetti si rileva che i due popolamenti situati alle quote più basse costituiscono degli interessanti fenomeni di dealpinizzazione, com'è dimostrato dal corteggio di specie orofile che li caratterizza (Corona E., 1962).
- (3) L'introduzione nell'equazione del termine di secondo grado comporta in ambedue i casi una rimozione della devianza totale di h inferiore a 1,5%.
- (4) L'equazione è stata calcolata mediante procedura «stepwise» convenzionale, secondo un modello contenente le variabili d , h , $d^2 h$, d/h , $1/d$, $1/h$, $1/dh$, $1/d^2 h$. La tolleranza, misura della stabilità della matrice di correlazione, è stata posta pari a 0,001, mentre la soglia di significatività per determinare il valore tabulare di F critico nel processo di inclusione e di esclusione dei predittori è stata posta pari a 0,5.

BIBLIOGRAFIA

Bednarz Z., 1986 - An example of the application of tree ring chronology of the dwarf mountain pine (*Pinus mugo* var. *mughus* Zenari) for the dating of geomorphological processes in the Tatra Mts.. *Dendrochronologia* 4: 75-78.

Corona E., 1982 - Il pino mugo nell'Alta Val Cismon. *Monti e Boschi* 13 (2): 20-26.

Corona E., 1968 - Ricerche dendrometriche sul pino mugo. *Italia Forestale e Montana* 23 (5): 239-244.

Florineth F., 1981 - Ingenieurbiologische Massnahmen beim Amt für Wildbachverbauung

in Südtirol. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 132 (8): 699-702.

Koliscuk V.G., 1967 - Metodika issledovanija dinamiki prirosta stlanikov na primere gornoj sosny *Pinus mughus* Scop.. *Botaniceskij Zhurnal* 52 (6): 852-859.

Morandini R., 1958 - Esperienze sul trattamento del pino mugo. *Note forestali*, Firenze: 64-69.

Patrone G., 1963 - Lezioni di dendrometria. Coppini, Firenze.

Schiechl H.M., 1984 - Bioingegneria forestale. Castaldi, Feltre.

Tabacchi G., 1984 - Scelta e determinazione del modello perequativo per la costruzione di tavole di cubatura a singola e a doppia entrata *Annali ISAF* 9: 3-38.