

# Una prova di distanziamento nell'area castanile insubrica su tiglio ricco, pioppo tremolo, abete rosso, larice europeo et douglasia

Autor(en): **Buffi, Roberto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal  
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **139 (1988)**

Heft 8

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766740>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

139. Jahrgang

August 1988

Nummer 8

## Una prova di distanziamento nell'area castanile insubrica su tiglio riccio, pioppo tremolo, abete rosso, larice europeo e douglasia

Di Roberto Buffi

Oxf.: 232.43:174.7:176.1

(Istituto federale di ricerche forestali, CH-8903 Birmensdorf)

### 1. Introduzione

La scelta del sesto d'impianto è di notevole importanza ai fini del raggiungimento degli scopi colturali prefissi, in quanto lo sviluppo diametrico e delle chiome, la produzione volumetrica, la forma e le caratteristiche qualitative dei tronchi, l'autopotatura e, secondo alcuni Autori, anche la crescita in altezza, ne rimangono, a seconda della specie, più o meno fortemente influenzati. Inoltre il problema della spaziatura è correlato al costo di esecuzione delle piantagioni, oltre che ai costi degli interventi colturali a loro favore. L'argomento non è quindi di poco conto, legato com'è al raggiungimento di dimensioni commerciabili, alla qualità del prodotto ed al costo delle opere di piantagione. Ciò vale anche ed in special modo per l'area castanile, dove i costi unitari delle piantagioni, opere indispensabili ad una sua rivalutazione economica, risultano per diversi motivi elevati. Le favorevoli condizioni stazionali che nel complesso l'area castanile offre favoriscono infatti un vivace sviluppo della vegetazione concorrenziale a quella forestale messa a dimora, oltretutto molto disturbata dai polloni di castagno del vecchio soprassuolo, qualora, come spesso è il caso, la piantagione venga a sostituire un ceduo di castagno. L'esigenza di conseguire traguardi produttivi perlomeno soddisfacenti e di comprimere i costi di piantagione e di cura dei giovani soprassuoli impone, oltre che una giusta scelta delle specie e delle provenienze da impiegare ed una precisa definizione delle stazioni da destinare al rimboschimento, l'adozione di adeguati modelli colturali, di cui il sesto d'impianto iniziale sia l'essenziale elemento di partenza.

In questo lavoro si riportano i risultati di una prova di distanziamento condotta nel perimetro sperimentale di Copera (Comune di S. Antonino, Cantone Ticino), quale complemento alle ricerche effettuate nell'area castanile insubrica sulla conversione diretta del ceduo castanile ed in particolare sulla scelta delle specie e provenienze, nonché sulle relazioni fra ritmi di crescita e fattori stazionali (Keller, 1979; Buffi, 1987a, 1987b, a).

## 2. Materiali e metodi

Nell'esperienza sono coinvolte cinque specie, le seguenti:

- tiglio riccio (*Tilia cordata*), prov. S. Antonino e Ronco s. A.
- pioppo tremolo (*Populus tremula*), prov. Bellinzona
- abete rosso (*Picea abies*), prov. Schlattingen, Westerhof e Dielsdorf
- larice europeo (*Larix decidua*), prov. Schlitz, Cuas, Bonaduz e Güttingen
- douglasia (*Pseudotsuga menziesii*), prov. Wind River, Granite Falls, Ashland e Siuslaw.

Per ogni specie si ha una omogenea distribuzione delle provenienze sui diversi sestri d'impianto considerati. Notevole sottolineare come le esperienze di Copera indichino essere quattro delle cinque specie in esame idonee ad un impiego nell'area castanile a scopi di produzione. Solo l'abete rosso, soprattutto in ragione del suo stagnante ritmo di crescita durante la prima gioventù, non è annoverato fra le specie interessanti per l'area castanile (Buffi, 1987a, 1987b).

Sono state considerate le seguenti tre varianti di spaziatura:

1 x 1 m, 2 x 2 m, 3 x 3 m.

Tali varianti si trovano distribuite su parcelle elementari di 200 m<sup>2</sup> ciascuna, con le ripetizioni indicate in *tab. 1*, che espone le caratteristiche dell'impianto sperimentale in esame. La piantagione è stata eseguita durante marzo ed aprile del 1957, su terreno lavorato a buche con sesto a quadrato. Su tutti i soggetti sono stati rilevati i seguenti parametri:

*Tabella 1.* Caratteristiche dell'impianto sperimentale.

| <i>Specie</i>  | <i>Sesto (m)</i> | <i>sup. tot. (m<sup>2</sup>)</i> | <i>n. campi</i> | <i>età piantine</i> |
|----------------|------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| tiglio         | 1 x 1            | 1000                             | 5               | 1/0                 |
|                | 2 x 2            | 1000                             | 5               | 1/0                 |
|                | 3 x 3            | 1000                             | 5               | 1/0                 |
| tremolo        | 1 x 1            | 800                              | 4               | 1/0                 |
|                | 2 x 2            | 800                              | 4               | 1/0                 |
|                | 3 x 3            | 800                              | 4               | 1/0                 |
| abete rosso    | 1 x 1            | 400                              | 2               | 2/0                 |
|                | 2 x 2            | 400                              | 2               | 2/0                 |
|                | 3 x 3            | 400                              | 2               | 2/0                 |
| larice europeo | 1 x 1            | 800                              | 4               | 2/0                 |
|                | 2 x 2            | 800                              | 4               | 2/0                 |
|                | 3 x 3            | 800                              | 4               | 2/0                 |
| douglasia      | 1 x 1            | 600                              | 3               | 1/0                 |
|                | 2 x 2            | 600                              | 3               | 1/0                 |
|                | 3 x 3            | 600                              | 3               | 1/0                 |

- altezza
- diametro a 1,3 m (due misure perpendicolari)
- diametro della chioma (due misure perpendicolari)
- caratteristiche morfologiche dei tronchi e di vitalità della pianta (forca; doppio; baionetta; multiplo; curvilineo; tronco a sciabola; tronco «diritto», cioè selvicolturalmente ottimo; pianta deperiente; pianta morta)
- posizione sociale (predominante, dominante, scarsamente condominante, dominato e sottostante).

L'età dei popolamenti è riferita agli anni dalla messa a dimora; le età indicate corrispondono cioè agli anni durante i quali gli alberi hanno occupato la superficie investita.

Le variazioni fra le varianti di spaziatura sono state sottoposte ad un'analisi di varianza semplice, di cui saranno riportati unicamente i risultati relativi ai casi di rilevanza pratica.

### 3. Le condizioni stazionali

L'impianto in esame è situato fra 550 e 650 m s.l.m., su un pendio rivolto verso N–NO. La pendenza del terreno varia fra 53% ed 83%.

Per un quadro dettagliato delle condizioni ambientali di Copera si veda Buffi (1987a, 1987b).

Le condizioni climatiche sono quelle dell'Insubria, per una descrizione completa delle quali si rimanda ad *Ambrosetti* (1971). Sono contraddistinte da abbondanti precipitazioni, concentrate sul periodo della vegetazione. Il regime termico è mite, con chiari influssi oceanici. In questo contesto è importante porre in rilievo le a volte copiose cadute di neve umida, fattore di indubbia importanza in relazione alla stabilità dei soprassuoli. Di seguito si riportano succintamente alcuni dati climatici raccolti dalla stazione meteorologica di Copera, situata a 665 m s.l.m. e ad una distanza di 300 m dall'impianto sperimentale in esame (periodo 1972–1981).

temp. annua = 9,7 °C

prec. annue = 1969 mm (di cui il 76% nel periodo vegetativo)

per. veg. = 237 giorni

copertura nevosa massima = 115 cm

La situazione geologica è contraddistinta da rocce cristalline a reazione acida (Carta geologica generale della Svizzera, 1955). Il cristallino è ricoperto da depositi morenici di diverso spessore (Carta idrogeologica del Cantone Ticino, 1978). All'interno dell'impianto studiato si osservano affioramenti di massi erratici.

I terreni dell'area sperimentale sono classificabili quali criptopodzoli humici secondo *Blaser* (1973). Sono terreni acidi, ricchi di scheletro e a forte percolazione.

Le stazioni in esame sono attribuibili all'associazione *Phyteumo betonicifoliae-Quercetum castanosum* secondo *Ellenberg e Klötzli* (1972); sono ambienti da freschi a secchi, a reazione molto acida. All'interno del perimetro sperimentale di Copera l'impianto relativo alla prova di distanziamento occupa il settore meno ferace.

## 4. Risultati

### 4.1 Il numero delle piante

Le variazioni del numero delle piante alle varie età in funzione dei sestri d'impianto sono illustrate in *fig. 1*. Nonostante il fatto che le spaziature iniziali non abbiano sempre potuto essere scrupolosamente rispettate, a causa della natura diseguale del terreno, un paragone fra le specie rimane possibile. Risulta che le riduzioni del numero dei fusti maggiormente pronunciate sono quelle della douglasia e soprattutto del tremolo, a conferma delle difficoltà d'impianto di queste due specie in ambienti di scarsa fertilità. Il tremolo avvalora con tale comportamento i risultati degli impianti sperimentali di Copera, in base ai quali se ne sconsiglia l'impiego all'infuori delle stazioni più fresche (*Buffi, 1987b*). Oltretutto ha senz'altro influito negativamente sul tasso di sopravvivenza del tremolo e della douglasia la giovane età (1/0) delle piante messe a dimora (*tab. 1*) (*Buffi, 1987b*). Il risultato della douglasia è inoltre sulla linea delle esperienze fatte sull'Altopiano svizzero, secondo cui la mortalità delle piantine 1/0 è più alta di quella di soggetti di maggiore età (*Hočevár, 1981*). Secondo le esperienze generali di Copera il tiglio, se piantato a scopi di produzione, va utilizzato nelle stazioni da media ad alta fertilità, e l'abete rosso, nell'area castanile, andrebbe del tutto escluso dalle piantagioni a carattere produttivo. Queste due specie, nell'ambiente relativamente seccaginoso della presente esperienza, sorprendentemente non accusano che perdite piuttosto lievi (*tab. 2*). Come si vedrà in seguito

*Tabella 2:* Mortalità in percento fra 0 e 5 anni in funzione del sesto d'impianto.

| Specie         | Spaziatura (m) |       |       |
|----------------|----------------|-------|-------|
|                | 1 x 1          | 2 x 2 | 3 x 3 |
| tiglio         | 10             | 6     | 7     |
| tremolo        | 42             | 44    | 49    |
| abete rosso    | 15             | 6     | 4     |
| larice europeo | 8              | 9     | 11    |
| douglasia      | 24             | 24    | 26    |

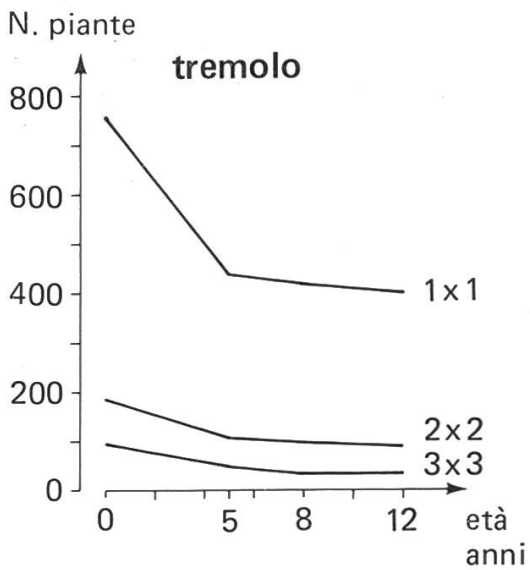
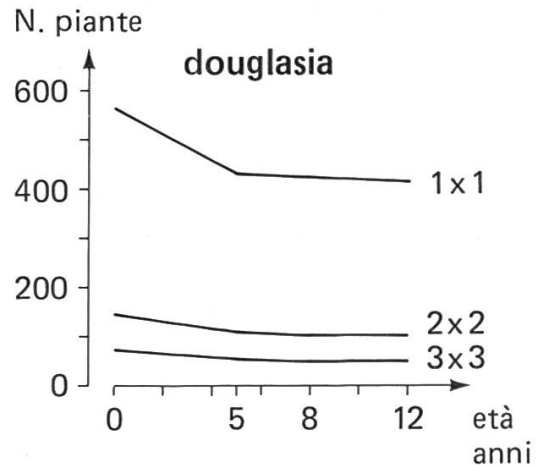
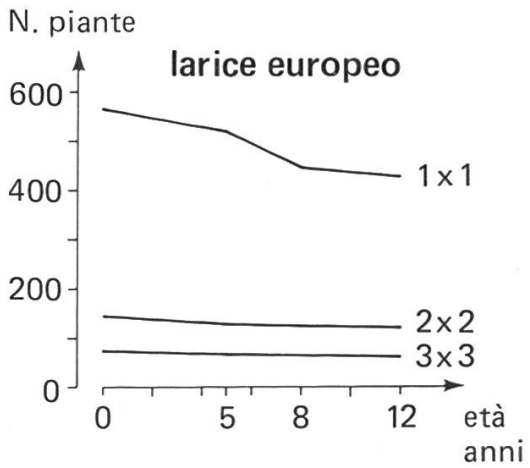
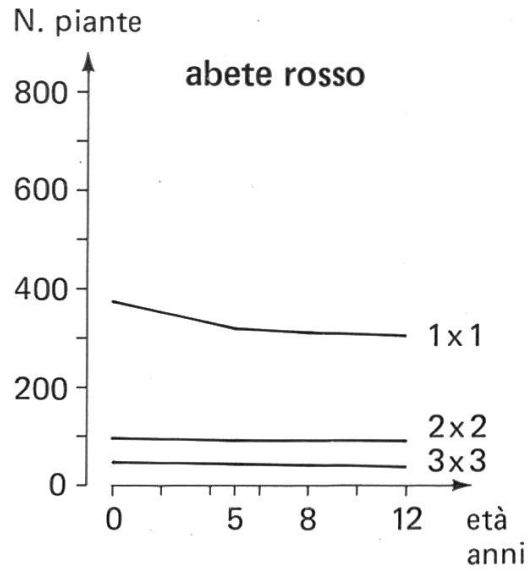
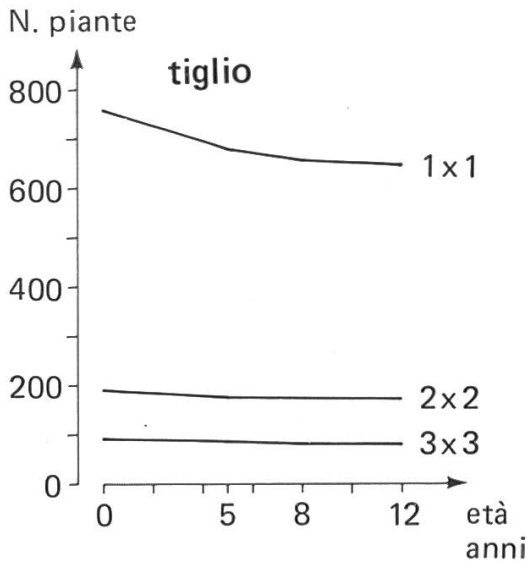


Figura 1. Variazioni del numero delle piante in funzione del sesto d'impianto.

il fattore stazionario si è per contro chiaramente manifestato nello sviluppo apicale e diametrico di queste due specie.

Le riduzioni più marcate del numero dei fusti è avvenuta fra l'anno della piantagione ed i 5 anni d'età, in tutte le varianti di spaziatura considerate, ovviamente per crisi di trapianto. In seguito, fra 5 e 12 anni, si osservano delle riduzioni prive di significato pratico, fatta eccezione forse per quelle del larice europeo limitatamente alla variante 1 x 1 m, ovviamente non più dovuta a crisi di trapianto, bensì al fattore concorrenza.

È importante porre in rilievo il fatto che in tutti i casi si hanno, a 12 anni, degli effettivi sufficienti all'adozione dei diradamenti nelle successive fasi di vita dei popolamenti. Non si hanno comunque i mezzi per esprimere un giudizio sulla distribuzione sul terreno degli alberi rimasti, argomento, questo, di indubbio peso in relazione all'attuazione degli interventi di dirado ed ai margini di scelta entro cui essi devono potersi muovere. Sia qui unicamente espressa la difficoltà di ottenere una distribuzione spaziale delle piante selvicolturalmente soddisfacente tramite il sesto a quadrato.

In termini assoluti le perdite più importanti vanno a carico del sesto più denso, mentre che sotto tale aspetto i sestetti 2 x 2 m e 3 x 3 m praticamente si equivalgono. In termini relativi le variazioni fra le varianti di spaziatura non sono però molto consistenti; inoltre le perdite non diminuiscono sempre verso i sestetti più diluiti (*tab. 2*).

#### 4.2 *Lo sviluppo in altezza*

Lo sviluppo in altezza dei popolamenti studiati è illustrato in *fig. 2* e riassunto in *tab. 3*. I dati esposti mostrano quanto, fino a 12 anni, i ritmi incrementali siano modesti, con le parziali eccezioni del larice e del tremolo. Quest'osservazione viene a confermare quanto espresso in merito alle condizioni stazionali dell'impianto sperimentale, che non sono tali da permettere al tiglio, al tremolo, al larice europeo ed alla douglasia di estrinsecare pienamente le loro peculiari caratteristiche di rapido accrescimento. Inoltre si ripercuote negativamente sulla crescita apicale l'aver utilizzato piantine di un solo anno, ciò nel caso della douglasia perlomeno (Buffi, 1987b).

Riguardo all'influsso dei sestetti d'impianto sulla crescita in altezza, si registra a 5 ed 8 anni una sostanziale equivalenza delle tre varianti. Soltanto il tiglio mostra, nelle altezze raggiunte ad 8 anni, delle variazioni di rilevanza pratica e statisticamente significative ( $P = 0,01$ ) fra le varianti 1 x 1, 2 x 2 e 3 x 3 m. A 12 anni, per contro, si osserva, nella maggioranza dei casi, una maggior crescita nelle varianti 3 x 3 m. A quest'età le variazioni nelle altezze relative alle tre varianti assumono rilevanza pratica e sono statisticamente significative nel tiglio e nel tremolo ( $P = 0,01$ ), come pure nel larice europeo e nella douglasia ( $P = 0,05$ ) (*fig. 2; tab. 3*).

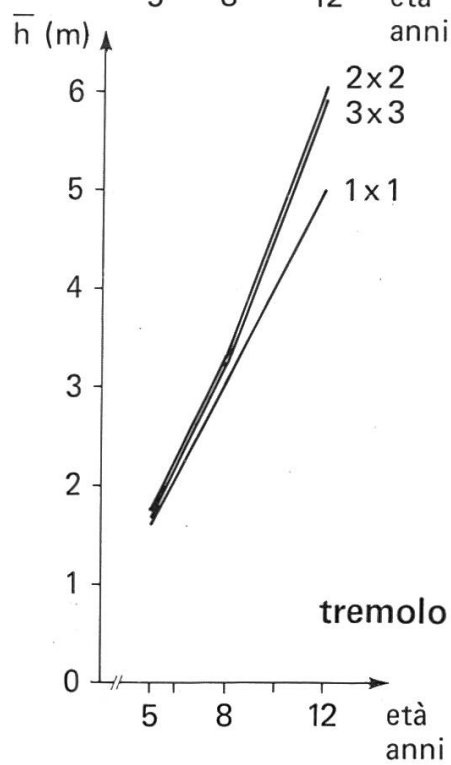
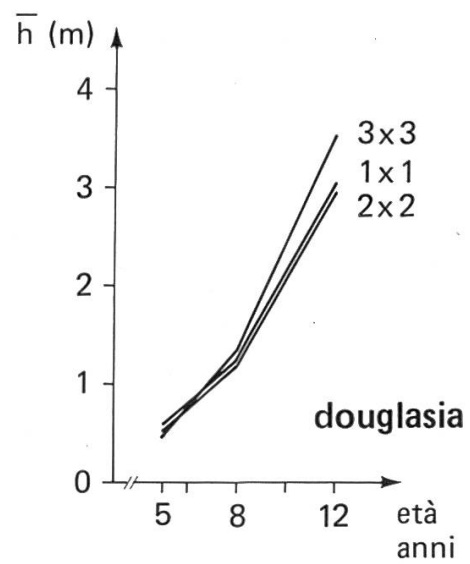
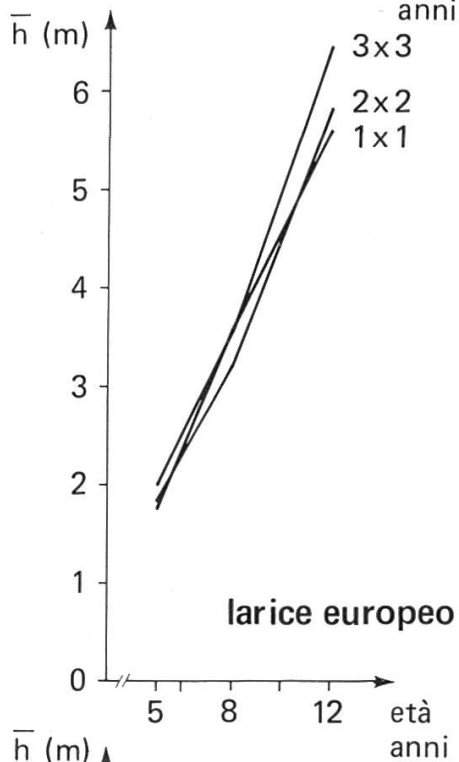
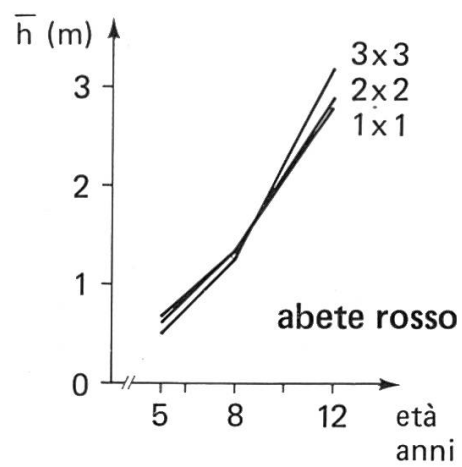
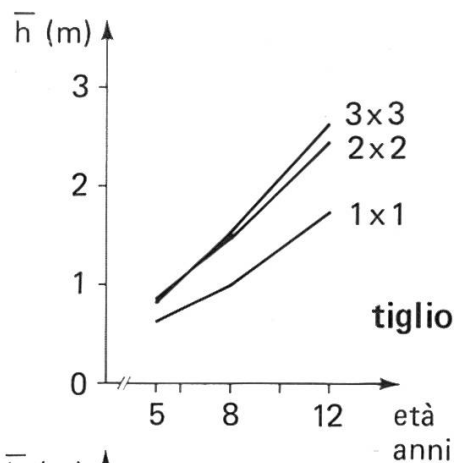


Figura 2. Altezze medie a varie età in funzione del sesto d'impianto.



Tabella 3. Altezze medie, diametri medi e coefficienti di rastremazione in funzione dell'età (5, 8 e 12 anni) e di differenti sedi d'impianto.

| Specie         | sesto (m) | altezze (m) |      |      | diametri (cm) |      |      | coeff. rastrem. |               |      |     |      |      |     |      |      |     |     |
|----------------|-----------|-------------|------|------|---------------|------|------|-----------------|---------------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|
|                |           | 5           | 8    | 12   | 5             | 8    | 12   | $\bar{x}$       | $s_{\bar{x}}$ |      |     |      |      |     |      |      |     |     |
| tiglio         | 1 x 1     | 681         | 0,62 | 0,09 | 656           | 1,01 | 0,19 | 649             | 1,74          | 0,29 | 156 | 0,64 | 0,10 | 438 | 1,30 | 0,27 | 354 | 249 |
|                | 2 x 2     | 177         | 0,85 | 0,05 | 174           | 1,47 | 0,17 | 172             | 2,47          | 0,31 | 93  | 0,98 | 0,12 | 156 | 2,30 | 0,39 | 259 | 166 |
|                | 3 x 3     | 85          | 0,83 | 0,13 | 83            | 1,54 | 0,32 | 79              | 2,63          | 0,45 | 48  | 1,13 | 0,22 | 74  | 2,80 | 0,56 | 235 | 139 |
| tremolo        | 1 x 1     | 435         | 1,61 | 0,16 | 412           | 3,05 | 0,20 | 399             | 5,00          | 0,17 | 370 | 2,13 | 0,26 | 386 | 4,30 | 0,22 | 207 | 158 |
|                | 2 x 2     | 103         | 1,74 | 0,29 | 97            | 3,33 | 0,69 | 91              | 6,06          | 1,18 | 93  | 2,36 | 0,58 | 91  | 5,47 | 1,07 | 188 | 126 |
|                | 3 x 3     | 49          | 1,68 | 0,35 | 33            | 3,26 | 0,47 | 33              | 5,99          | 1,12 | 30  | 2,61 | 0,97 | 33  | 5,36 | 1,40 | 157 | 125 |
| abeto rosso    | 1 x 1     | 318         | 0,68 | 0,04 | 307           | 1,33 | 0,23 | 303             | 2,83          | 0,50 | 143 | 1,06 | 0,30 | 286 | 2,89 | 0,74 | 172 | 114 |
|                | 2 x 2     | 90          | 0,62 | 0,07 | 89            | 1,35 | 0,24 | 89              | 2,90          | 0,52 | 44  | 1,16 | 0,25 | 84  | 3,18 | 0,86 | 167 | 108 |
|                | 3 x 3     | 46          | 0,49 | 0,10 | 44            | 1,28 | 0,42 | 43              | 3,19          | 1,19 | 20  | 1,02 | 0,24 | 39  | 3,68 | 1,58 | 171 | 104 |
| larice europeo | 1 x 1     | 519         | 2,00 | 0,22 | 446           | 3,58 | 0,38 | 426             | 5,59          | 0,44 | 406 | 3,82 | 0,57 | 412 | 5,83 | 0,29 | 139 | 146 |
|                | 2 x 2     | 131         | 1,83 | 0,29 | 127           | 3,21 | 0,50 | 122             | 5,82          | 0,79 | 112 | 3,83 | 0,74 | 120 | 7,47 | 0,45 | 131 | 94  |
|                | 3 x 3     | 64          | 1,77 | 0,39 | 63            | 3,57 | 0,84 | 61              | 6,44          | 1,25 | 59  | 4,32 | 1,70 | 61  | 9,15 | 2,20 | 140 | 91  |
| douglassia     | 1 x 1     | 428         | 0,60 | 0,07 | 424           | 1,26 | 0,12 | 420             | 3,06          | 0,50 | 174 | 1,13 | 0,04 | 382 | 3,06 | 0,67 | 221 | 141 |
|                | 2 x 2     | 109         | 0,51 | 0,06 | 105           | 1,29 | 0,15 | 105             | 2,98          | 0,45 | 51  | 1,07 | 0,14 | 94  | 3,28 | 0,37 | 206 | 122 |
|                | 3 x 3     | 53          | 0,50 | 0,12 | 51            | 1,36 | 0,30 | 51              | 3,45          | 0,57 | 27  | 1,01 | 0,32 | 51  | 3,83 | 1,07 | 212 | 110 |

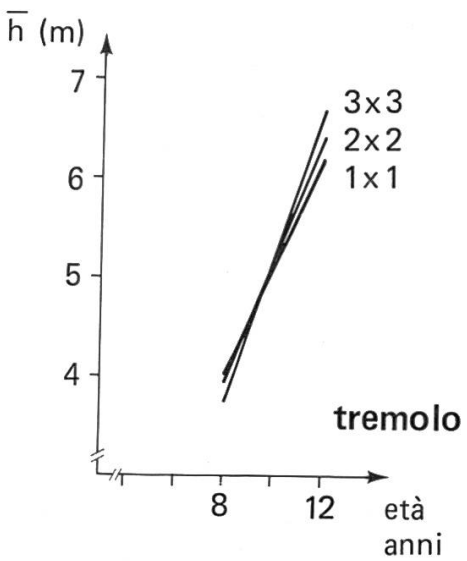
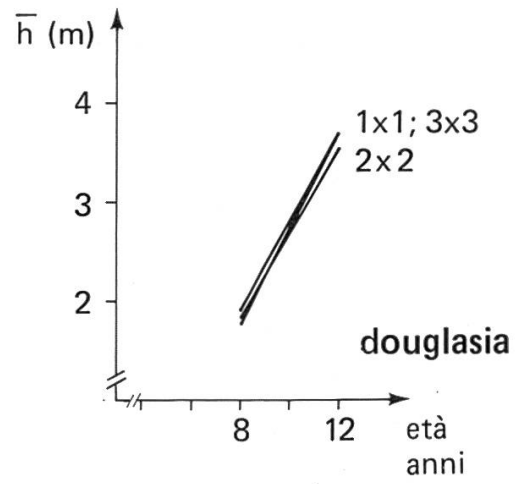
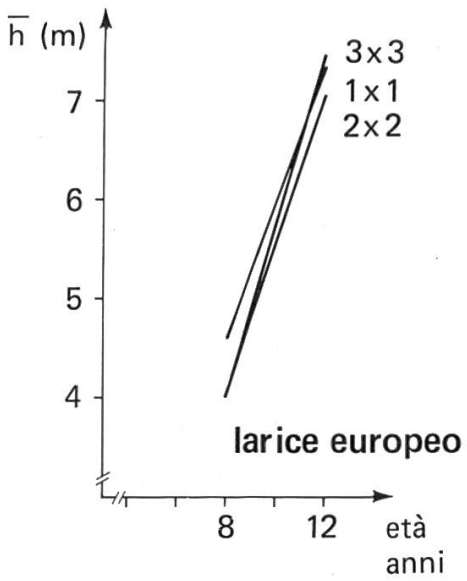
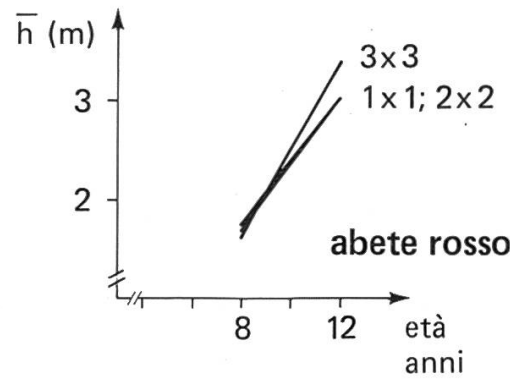
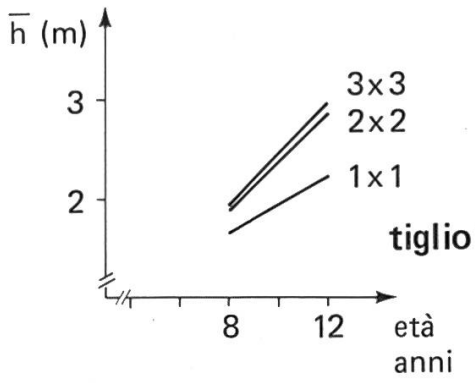


Figura 3. Altezze di predominanti e dominanti a varie età in funzione del sesto d'impianto.

*Fig. 3* illustra lo sviluppo in altezza degli alberi predominanti e dominanti, e dà quindi una rappresentazione della crescita dei soprassuoli in funzione dei sestri d'impianto che non è disturbata dalla presenza di soggetti sottomessi, senza avvenire. Per il tiglio e l'abete rosso non si hanno praticamente risultati differenti da quelli esposti in *fig. 2*. Ma le variazioni osservate nelle altezze secondo i sestri d'impianto sono rilevanti e statisticamente significative ( $P = 0,01$ ) soltanto a 12 anni d'età. Nelle restanti specie non si registrano differenze d'altezza rilevanti fra le varie spaziatore. Nel larice le variazioni ad 8 anni sono di peso pratico e sono statisticamente significative ( $P = 0,01$ ), a 12 anni, per contro, praticamente le tre varianti a tal riguardo si equivalgono.

*Fig. 4* evidenzia la relazione fra il sesto d'impianto e la struttura verticale dei popolamenti. La presenza di piante predominanti e dominanti a 12 anni è relativamente maggiore nei sestri più diluiti, soprattutto nelle specie che, quali il larice europeo, offrono una crescita intensa. Il sesto 1 x 1 m comporta una forte presenza di soggetti dominati, destinati a soccombere sotto l'azione della concorrenza fra gli individui, che ovviamente si rafforzerà con l'ulteriore sviluppo dei soprassuoli.

In conclusione nelle specie che si trovano ai od oltre i limiti stazionali di idoneità (tilgio ed abete rosso) sembra di intravedere una tendenza ad un legame (positivo) fra crescita in altezza e sesto d'impianto (*fig. 2 e 3*). Nelle restanti specie (larice europeo, douglasia e tremolo), che nell'esperienza in esame si trovano per così dire in stazione (nell'esperienza generale di Copera il tremolo in prima gioventù ha offerto degli incrementi sufficienti anche sulle stazioni relativamente più povere, dove ha però evidenziato livelli morfologici dei fusti scendenti, motivo per cui se ne è consigliato l'impiego unicamente nelle stazioni più feraci), e che mostrano dei ritmi incrementali superiori alle prime due, i diversi sestri d'impianto a tal riguardo non si differenziano sostanzialmente.

### 4.3 Lo sviluppo diametrico

I valori dei diametri raggiunti ad 8 e 12 anni dalle varie specie in funzione dei sestri d'impianto sono riportati in *tab. 3* ed esposti in *fig. 5*. Riguardo ai ritmi di crescita raggiunti dalle specie nella stazione in questione si rimanda a quanto espresso nel capitolo precedente. La valutazione delle tre varianti di distanziamento sotto l'aspetto della crescita diametrica non può essere che quella già esposta relativamente alle altezze medie (*fig. 2*), senonché l'influsso dei sestri d'impianto appare più marcato sul diametro che non sull'altezza. In tutte le specie si osserva un legame positivo fra spaziatura e crescita diametrica. Ma le variazioni all'età di 8 anni non sono che lievi. A 12 anni sono molto più pronunciate; a quest'età assumono rilevanza pratica e significato statistico ( $P = 0,01$ ) nel tiglio, nel larice europeo e nel tremolo. L'abete rosso e la douglasia non mostrano per contro che variazioni limitate, prive di peso pratico. In conclusione

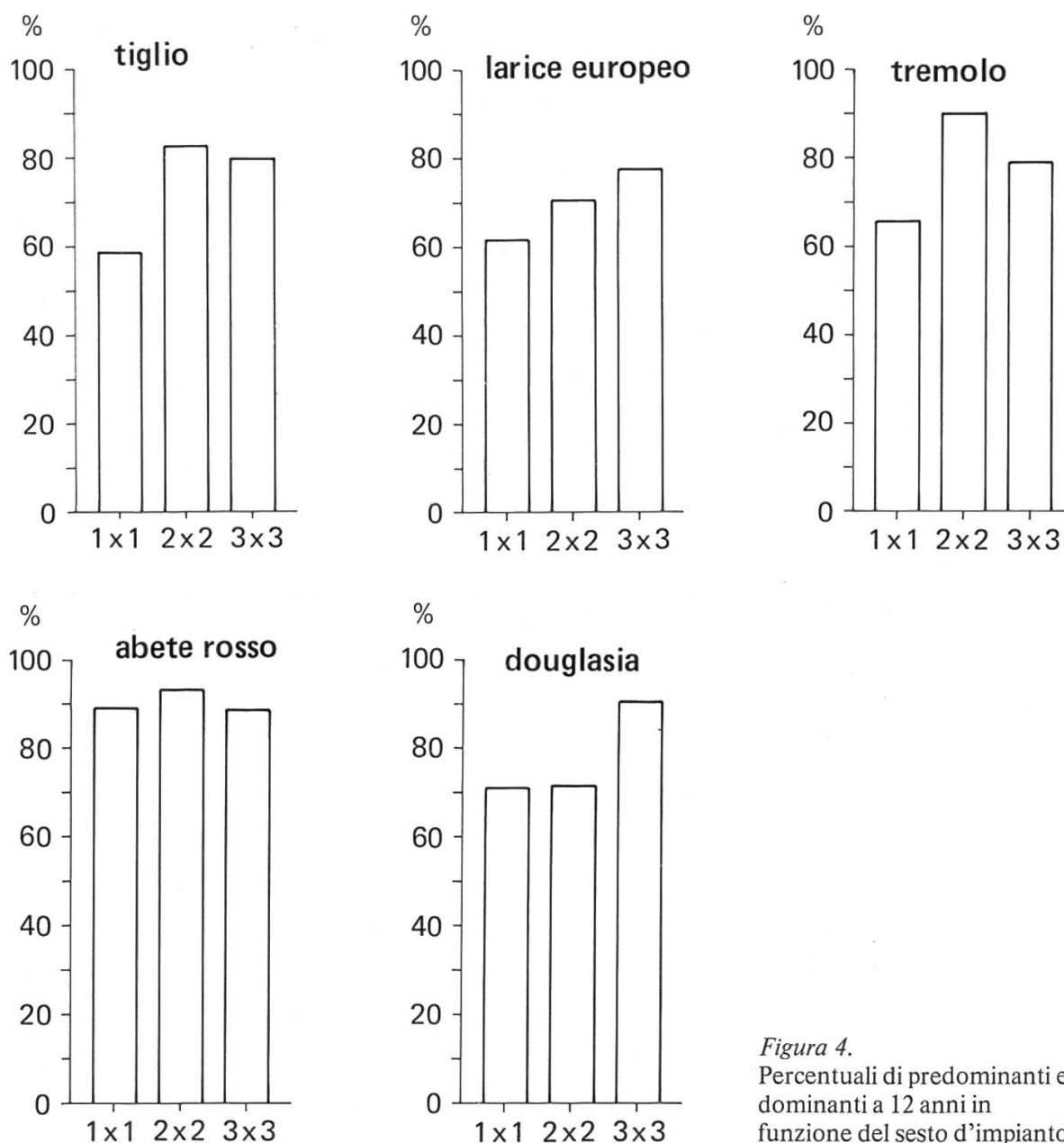


Figura 4.  
 Percentuali di predominanti e dominanti a 12 anni in funzione del sesto d'impianto.

l'influsso del sesto d'impianto sulla crescita diametrica è risultato essere meno pronunciato di quanto si poteva prevedere, fatta eccezione per il larice europeo. Ciò è senz'altro dovuto al fattore stazionario, che non ha acconsentito che scarsi ritmi di crescita e di conseguenza modeste variazioni fra le varianti studiate.

#### 4.4 Il rapporto altezze/diametri

L'incidenza del sesto d'impianto sul coefficiente di rastremazione — definito quale rapporto altezza (m)/diametro a 1,30 m (cm) — è importante, in quasi tutti i casi considerati, con la sola eccezione dell'abete rosso, peraltro di poca importanza pratica, per i motivi già detti (fig. 6; tab. 3). All'età di 12 anni è sempre

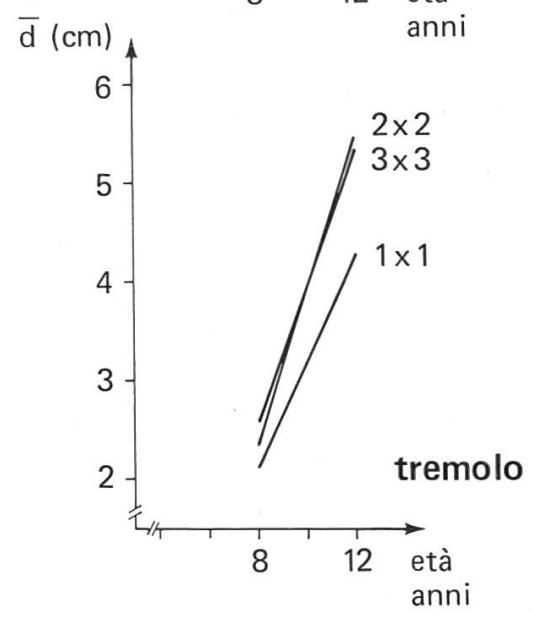
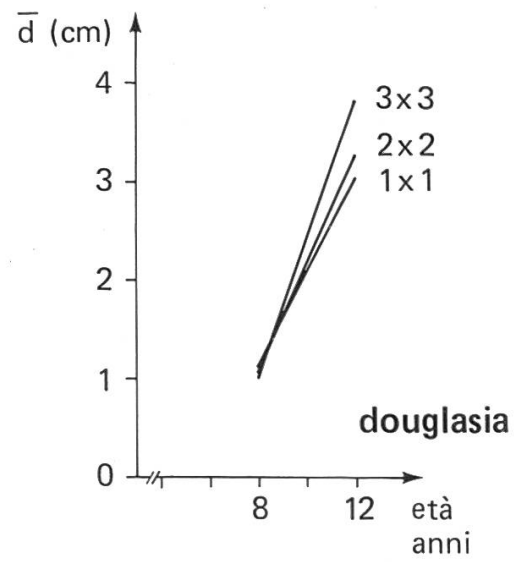
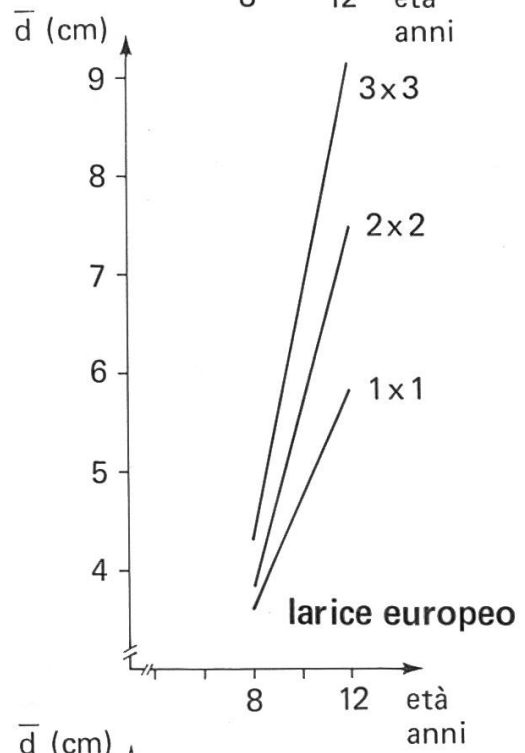
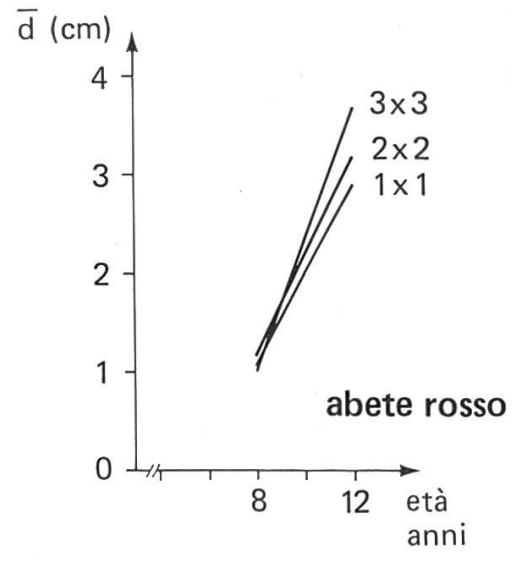
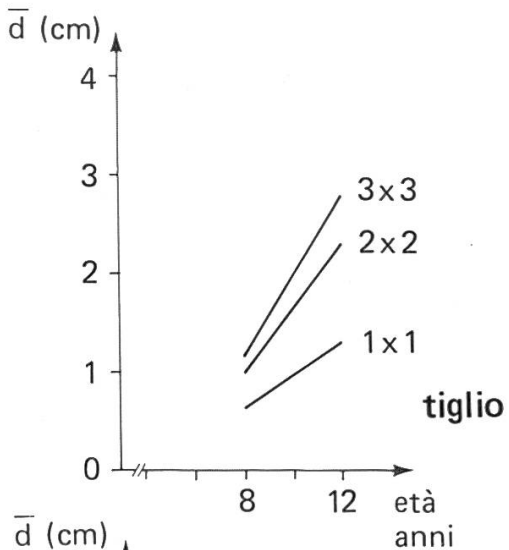


Figura 5. Diametri medi a varie et  in funzione del sesto d'impianto.

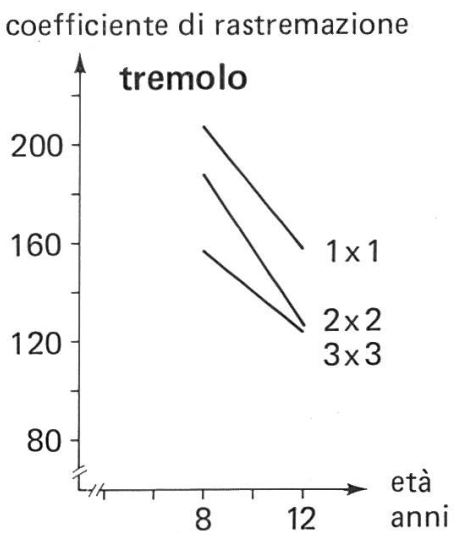
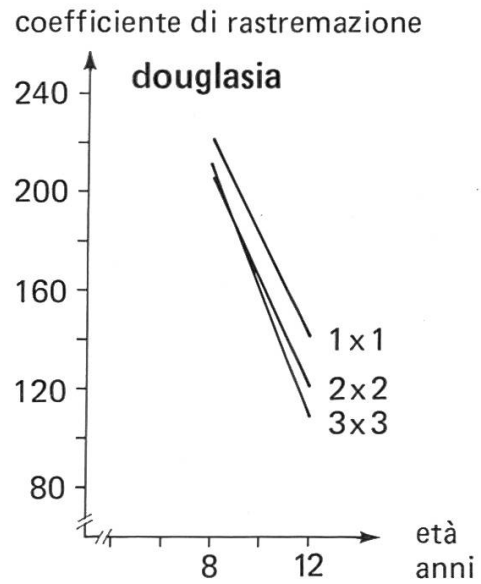
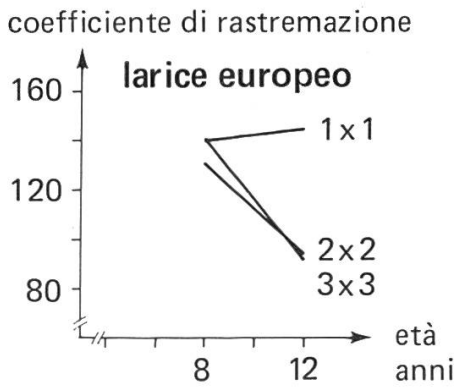
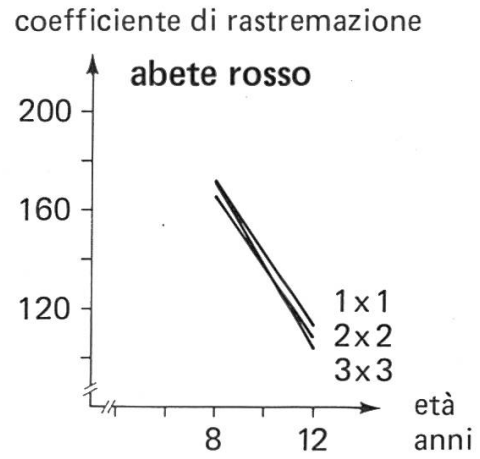
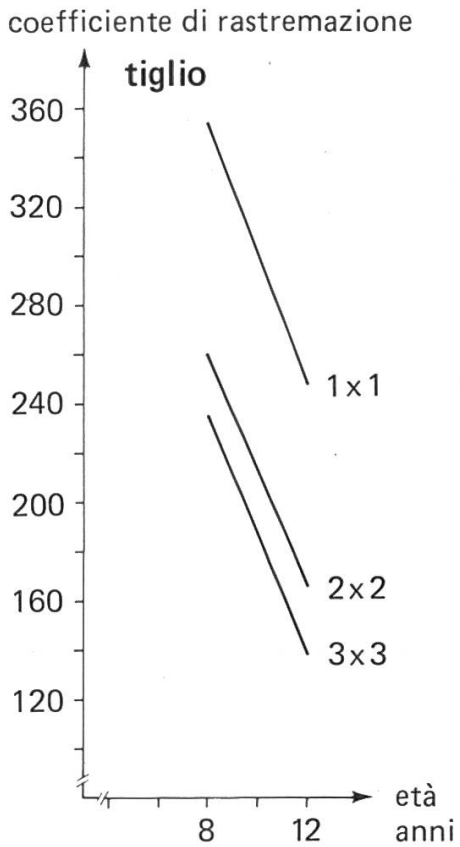


Figura 6. Variazioni del coefficiente di rastremazione in funzione del sesto d'impianto.

nella variante 3 x 3 m che si trovano i fusti maggiormente rastremati, anche se lo scarto con la variante 2 x 2 non è (ancora) sempre rilevante. Alle età considerate è particolarmente evidente il ruolo della spaziatura 1 x 1, inevitabilmente associata a fusti molto slanciati. Nel larice europeo, per via della sua maggiore crescita rispetto alle altre specie studiate (fig. 2, 3 e 5), si registra addirittura un aumento del rapporto altezze/diametri fra 8 e 12 anni.

#### 4.5 La forma delle chiome

Fig. 7 illustra le variazioni del quoziente fra diametro della chioma ed altezza cormometrica in funzione del sesto d'impianto. Valori alti del quoziente corrispondono dunque a chiome a forma espansa, e viceversa. Ovviamente le chiome maggiormente slanciate si trovano nei sestì più densi, senonché non si osserva un legame lineare fra il quoziente considerato e le spaziature, ciò proba-

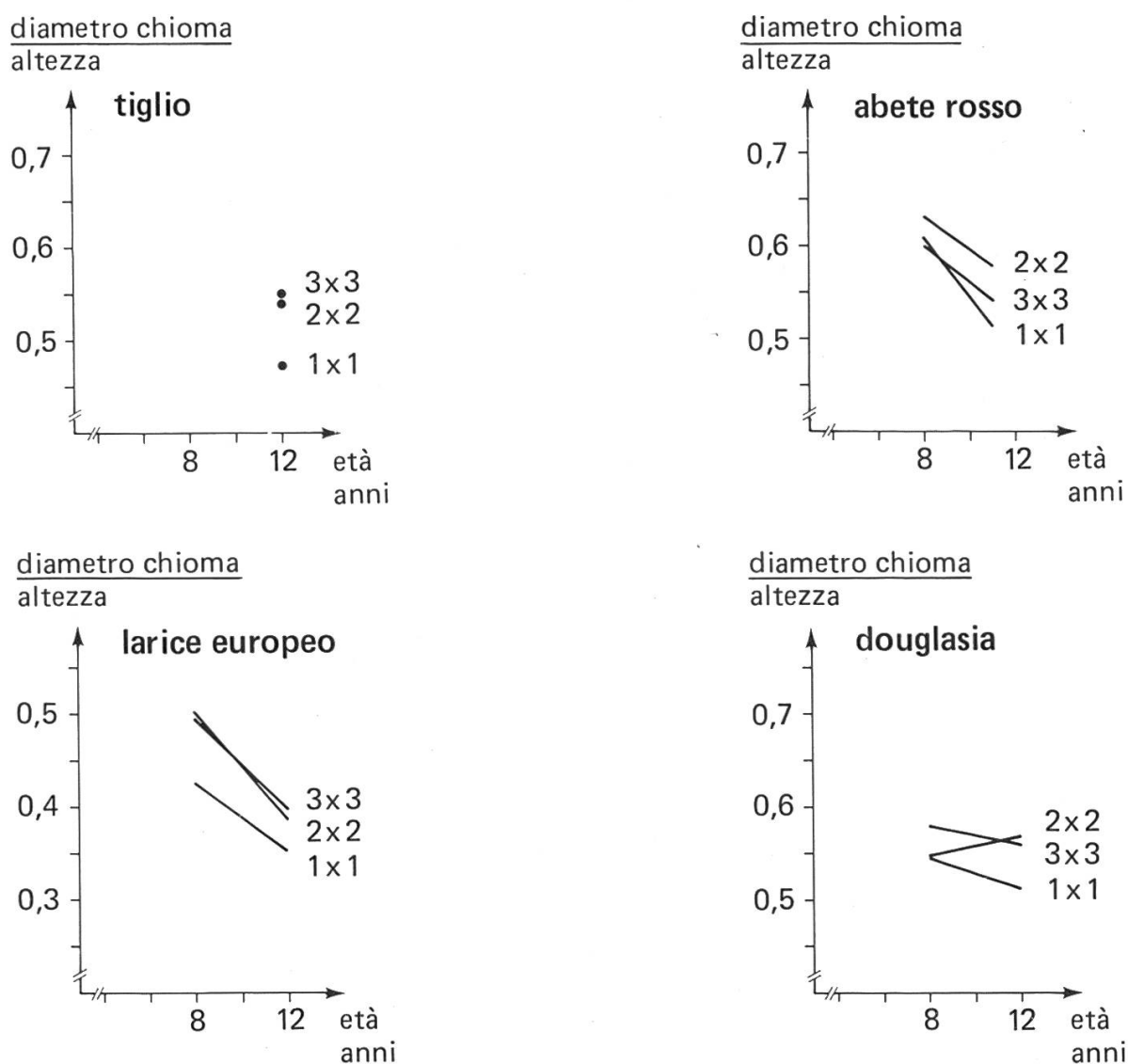


Figura 7. Variazioni del rapporto diametro della chioma/altezza in funzione del sesto d'impianto.

bilmente per via dell'ancora giovane età dei popolamenti e della scarsa fertilità stazionaria, che non ha acconsentito che modesti ritmi di crescita. Nelle specie che per l'area castanile sono di preminente interesse selvicolturale è generalmente il sesto 1 x 1 m che fino a 12 anni si differenzia dai restanti sestetti 2 x 2 m e 3 x 3 m. Nel taglio le variazioni dei rapporti chiome/altezze sono importanti e statisticamente significative, così pure nel larice europeo ( $P = 0,01$ ) (12, rispettivamente 8 e 12 anni). Perlomeno nel larice europeo, che, come visto, offre uno sviluppo relativamente più intenso, il sesto più denso già all'età di 8 anni si ripercuote chiaramente sullo sviluppo delle chiome. Diversa la situazione per la douglasia; le variazioni del quoziente in esame sono statisticamente significative unicamente all'età di 12 anni.

#### 4.6 Aspetti qualitativi dei tronchi

Le caratteristiche morfologiche dei tronchi sono espresse in *tab. 4*. Dai dati esposti, che sono stati raccolti in base a valutazioni in parte soggettive e quindi non si prestano ad un'analisi di dettaglio, non traspaiono differenze di rilievo nella qualità dei fusti delle diverse varianti di distanziamento. Infatti gli scarti tra i valori delle tre varianti, per categoria qualitativa e per età, non sono mai particolarmente significative e non lasciano intravedere un legame lineare fra aspetti qualitativi e spaziatura.

*Tabella 4.* Caratteristiche morfologiche dei tronchi ad 8 e 12 anni d'età in funzione del sesto d'impianto.

| Specie         | sesto<br>(m) | forche, doppi,<br>multipli, % |    | curvilinei<br>% |    | diritti<br>% |    | resto<br>% |    |
|----------------|--------------|-------------------------------|----|-----------------|----|--------------|----|------------|----|
|                |              | 8                             | 12 | 8               | 12 | 8            | 12 | 8          | 12 |
| taglio         | 1 x 1        | 44                            | 38 | 34              | 54 | 13           | 2  | 9          | 6  |
|                | 2 x 2        | 49                            | 46 | 35              | 47 | 7            | 1  | 9          | 6  |
|                | 3 x 3        | 39                            | 46 | 56              | 50 | 5            | 0  | 0          | 4  |
| tremolo        | 1 x 1        | 47                            | 7  | 52              | 86 | 1            | 3  | 0          | 4  |
|                | 2 x 2        | 39                            | 14 | 61              | 83 | 0            | 0  | 0          | 3  |
|                | 3 x 3        | 45                            | 3  | 53              | 97 | 0            | 0  | 2          | 0  |
| abete rosso    | 1 x 1        | 4                             | 2  | 76              | 63 | 19           | 26 | 1          | 9  |
|                | 2 x 2        | 2                             | 6  | 76              | 66 | 21           | 24 | 1          | 4  |
|                | 3 x 3        | 9                             | 11 | 66              | 65 | 25           | 21 | 0          | 3  |
| larice europeo | 1 x 1        | 16                            | 4  | 80              | 83 | 4            | 1  | 0          | 12 |
|                | 2 x 2        | 17                            | 2  | 76              | 88 | 6            | 1  | 1          | 9  |
|                | 3 x 3        | 12                            | 6  | 83              | 83 | 5            | 0  | 0          | 11 |
| douglasia      | 1 x 1        | 7                             | 4  | 77              | 82 | 16           | 9  | 0          | 5  |
|                | 2 x 2        | 6                             | 4  | 83              | 81 | 9            | 12 | 2          | 3  |
|                | 3 x 3        | 11                            | 2  | 73              | 84 | 11           | 12 | 5          | 2  |



## 5. Interpretazione e discussione

I risultati della prova di distanziamento di Copera hanno confermato l'importanza della scelta del sesto d'impianto per lo sviluppo delle piantagioni. In base a ricerche condotte in altri ambienti numerosi Autori hanno d'altronde evidenziato gli effetti del sesto d'impianto sulle caratteristiche dei popolamenti (*Sjølte-Jorgensen*, 1967; *Bartoli e Decourt*, 1971; *Hamilton e Christie*, 1974; *Reukema*, 1979; *Dippel*, 1982; *Kenk e Weise*, 1983; *Evert*, 1984; *Oswald e Pardé*, 1984).

Sono innanzitutto da porre in rilievo le importanti perdite che l'impianto ha in parte subito. Queste sono limitate ai primissimi anni dopo la messa a dimora, osservazione che è in linea con l'esperienza secondo cui in popolamenti di origine artificiale la mortalità è massima nell'anno della piantagione (*Kenk e Weise*, 1983). La causa della mortalità registrata deve essere cercata in una crisi di trapianto, come pure nello stato meteorologico dell'anno della piantagione. La primavera del 1957 è in effetti stata relativamente povera di precipitazioni (seguita però da un'estate con piogge abbondanti), con valori di 77 mm ed 82 mm durante aprile a Locarno-Monti, rispettivamente Bellinzona, che devono essere visti in relazione alle condizioni pedologiche che accompagnano l'esperienza di Copera, caratterizzate da una pronunciata percolazione e da una ridotta capacità di ritenzione idrica, dovuta ad orizzonti Ah poco sviluppati (*Blaser*, 1973). Come già detto si è pure ripercosso negativamente sulle possibilità di sopravvivenza delle piantine l'aver impiegato, in alcuni casi, dei semenzali di un anno. In valori assoluti è il sesto 1 x 1 m che accusa la mortalità più alta, che ovviamente si traduce in una grossa perdita finanziaria. In termini relativi la mortalità iniziale, estranea al fattore concorrenza, non sembra legata al sesto d'impianto, osservazione che conferma i risultati di esperienze parallele (*Dippel*, 1982). I limitati ritmi incrementali registrati, assai scarsi se paragonati alle potenzialità produttive che l'area castanile in genere offre, non hanno acconsentito il manifestarsi di un'accesa competizione fra i soggetti presenti, motivo per cui dopo i primi anni non sono state osservate che perdite limitate. Naturalmente tale situazione è destinata a cambiare con l'ulteriore sviluppo dei popolamenti, che, attraverso la concorrenza fra gli individui, provocherà una forte riduzione del loro numero, proporzionalmente alla densità del sesto d'impianto, come più Autori hanno documentato (*Hamilton e Christie*, 1974; *Reukema*, 1979).

Riguardo alla mortalità iniziale merita di essere posta la questione dei risarcimenti delle fallanze. È un problema che l'esperienza di Copera lascia aperto e che meriterebbe di essere affrontato sperimentalmente, soprattutto sulle specie che, quali la douglasia, accusano in genere perdite importanti. In base ad indagini fatte nel Baden-Württemberg sulla douglasia *Kenk e Weise* (1983) giungono alla conclusione che non conviene procedere a risarcimenti, giammai a risarcimenti ripetuti, in quanto le piante risarcite accusano a loro volta consistenti perdite, ricollegabili a fattori microstazionali. Inoltre secondo gli stessi Autori le

piante risarcite evidenziano uno sviluppo in altezza inferiore a quello dei soggetti di primo impianto; gli scarti nella crescita dei due gruppi di alberi è maggiore su stazioni povere. Sulla scorta di tali indicazioni può essere provvisoriamente sconsigliato il risarcimento nel settore meno fertile dell'area castanile, con la contemporanea adozione, in questi ambienti, di spaziature non troppo larghe, ciò nel caso della douglasia perlomeno.

Sulla scorta della prova di distanziamento di Copera si può affermare che fra crescita in altezza e sesti d'impianto non vi è un chiaro e significativo legame, perlomeno durante i primi 8 anni che seguono la piantagione. Riguardo al già ricordato problema della crescita apicale in relazione agli oneri colturali dei primi anni, dovuti alla concorrenza della vegetazione spontanea e dei rigetti di castagno, non si impone per il tremolo, l'abete rosso, il larice europeo e la douglasia particolare attenzione alla scelta della spaziatura. Per il taglio, sotto quest'aspetto, sembrano maggiormente indicati i sesti 2 x 2 m e 3 x 3 m che non il sesto 1 x 1 m. A 12 anni d'età si registra la tendenza, peraltro generalmente poco pronunciata, ad una maggiore crescita in altezza nel sesto 3 x 3, che è riconducibile alla maggior massa assimilatrice dei soggetti che si trovano nei sesti più larghi.

Notevole sottolineare il fatto che sia l'abete rosso che il taglio, specie che nell'esperienza in esame si trovano, secondo un'angolazione produttivistica, fuori stazione, evidenziano nelle altezze a 12 anni gli scarti più chiari a favore del sesto più largo, come se per unità di superficie la stazione in causa non potesse che sostenere un numero limitato di individui di tali specie. Copera conferma, riguardo alla relazione fra crescita in altezza e sesti d'impianto, i risultati di altri Autori. Nell'esperienza di Haney (Columbia Britannica), caratterizzata da condizioni stazionali assai vicine a quelle di Copera, non si registra un influsso dei distanziamenti sullo sviluppo apicale della douglasia durante i primi tre decenni (Kramer e Smith, 1985). Limitatamente alla douglasia ed al larice europeo anche le esperienze condotte nel Regno Unito non hanno evidenziato un chiaro legame fra altezze e spaziature (Hamilton e Christie, 1974). I risultati francesi, ottenuti da popolamenti di douglasia seguiti fino a 18 anni dalla messa a dimora, confermano tale fatto (Oswald e Pardé, 1976). In realtà sembra che il problema della scelta del sesto d'impianto debba essere risolto tenendo conto del quadro stazionale in cui concretamente ci si trova. Infatti, secondo Kenk e Weise (1983), Autori che come già accennato hanno studiato l'argomento nel Baden-Württemberg sulla douglasia, in stazioni fertili è nei sesti più densi che si ritrova lo sviluppo in altezza maggiore e gli scarti fra le altezze dei differenti sesti si annullano con gli anni. In stazioni povere, per contro, sono le spaziature più larghe ad offrire le altezze maggiori e gli scarti fra le altezze dei vari sesti tendono a conservarsi nel tempo. Ma se nell'area castanile, in ambienti più fertili di quello dell'impianto di Copera studiato, vi sia, nella douglasia perlomeno, una superiorità iniziale di crescita in altezza dei sesti più densi, è da provare sperimentalmente.

La spaziatura influenza in modo certo la crescita diametrica di tutte le specie considerate. Gli scarti fra i valori diametrici aumentano con gli anni. Ma in

alcuni casi (douglasia ed abete rosso) la scarsa fertilità stazionale ha ostacolato il manifestarsi del fenomeno entro gli anni in cui l'impianto è stato seguito. Invero negli impianti con douglasia del Baden-Württemberg gli scarti nei diametri a favore dei sestri più larghi sono maggiori in stazioni povere che non in stazioni ricche (Kenk e Weise, 1983). È da porre in rilievo l'importanza, al fine di ottenere in tempo utile un prodotto vendibile e quindi poter sostenere l'attività selvicolturale, di una sufficiente crescita diametrica giovanile. Inoltre favorendo una rapida crescita giovanile diametrica dei soprassuoli se ne migliora la capacità di resistenza al passaggio di incendi di superficie. In quest'ottica sono di conseguenza chiaramente i sestri più larghi ad imporsi al selvicoltore.

In relazione alla stabilità dei soprassuoli appare di particolare importanza l'influsso del sesto d'impianto sul coefficiente di rastremazione. Come tutti gli Autori già citati hanno osservato la forma dei fusti è chiaramente legata alla scelta della distanza d'impianto, con una netta concentrazione di tronchi a forma cilindrica nei sestri più densi. In quest'ottica per tutte le specie in esame si impone una scelta fra i sestri 2 x 2 m e 3 x 3 m, scartando il sesto 1 x 1 m, che, con specie a crescita intensa quale il larice, provoca una destabilizzazione dei popolamenti già dopo 8 anni. Oswald e Pardé (1976) negli impianti francesi e Reukema (1979) in quelli statunitensi hanno individuato una stretta relazione fra le spaziature più dense (attorno a 1 x 1 m) e l'instabilità dei soprassuoli.

Specie che offrono una prima crescita giovanile rapida mostrano delle chiome chiaramente influenzate dal sesto 1 x 1 m già all'età di 8 anni (larice europeo), mentre che specie con ritmi di crescita minori durante i primi anni dopo la piantagione evidenziano lo stesso fenomeno solo a 12 anni (douglasia); ciò alle condizioni stazionali del caso in esame. Da quanto detto risulta esservi un conflitto nella scelta del sesto d'impianto, per via della sua azione sulla forma dei tronchi e delle chiome. In ultima analisi sembra però di maggiore importanza il raggiungimento di coefficienti di rastremazione garanti di una sufficiente stabilità dei soprassuoli. L'inconveniente di chiome relativamente espanse non è infatti tale se le stesse sono ben conformate e simmetriche.

In base ai dati raccolti non è possibile individuare una chiara relazione fra aspetti qualitativi dei tronchi e sestri d'impianto. In particolare non sembra che i sestri più diluiti siano associati ad una maggiore frequenza di piante doppie e di forche. Poche sono le indicazioni che la letteratura offre su quest'argomento; per la douglasia Kenk e Weise (1983) non registrano che lievi e poco significativi aumenti di soggetti a forca nei sestri più larghi. In relazione al distanziamento è però importante considerare l'aspetto della potatura naturale dei rami, facilitato da una maggiore densità dei popolamenti. Nei già ricordati impianti di Haney Smith e Reukema (1985) osservano comunque sulla douglasia che dopo la chiusura delle chiome e l'inizio del processo di autopotatura, che nei sestri stretti risulta anticipato rispetto a quelli larghi, non vi è una sostanziale differenza nella sramatura naturale fra i sestri d'impianto. Il mezzo più efficace per ottenere un prodotto di valore è costituito dalla potatura artificiale, che dovrà assumere una

posizione centrale al fine del pieno raggiungimento delle finalità di produzione. Infatti anche il problema della grossezza della ramatura, che risulta essere correlata alla distanza d'impianto (Dippel, 1982), può in tal maniera essere affrontato con successo.

In base ai dati esposti ed alle considerazioni fatte si consigliano i seguenti sestri d'impianto per il settore meno ferace dell'area castanile.

| <i>Specie</i>  | <i>Sesto d'impianto (m)</i> |
|----------------|-----------------------------|
| tiglio riccio  | 2 x 2                       |
| pioppo tremolo | 2 x 2 o 3 x 3               |
| larice europeo | 3 x 3 e più                 |
| douglasia      | 3 x 3                       |
| (abete rosso)  | 3 x 3                       |

## 6. Riassunto

Si riportano i risultati di un'esperienza di distanziamento nell'area castanile insubrica su tiglio riccio (*Tilia cordata*), pioppo tremolo (*Populus tremula*), abete rosso (*Picea abies*), larice europeo (*Larix decidua*) e douglasia (*Pseudotsuga menziesii*). Sono considerate le varianti di spaziatura 1 x 1 m, 2 x 2 m e 3 x 3 m. L'esperienza è condotta nel perimetro sperimentale di Copera (Comune di S. Antonino, Cantone Ticino), a 550–650 m s.l.m., in un ambiente attribuibile all'associazione Phyteumo betonicifoliae-Quercetum castanosum secondo Ellenberg e Klötzli (1972). Riguardo alle variazioni del numero delle piante le perdite maggiori sono state accusate dall'anno della messa a dimora all'età di 5 anni, in modo particolare dal pioppo tremolo e dalla douglasia. In termini relativi fra i sestri d'impianto non vi è differenziazione nel tasso di mortalità; in termini assoluti è la variante 1 x 1 m che ha subito le maggiori perdite. Fino ad 8 anni non si osserva un chiaro influsso del sesto d'impianto sulla crescita in altezza, perlomeno limitatamente ai soggetti predominanti e dominanti. Verso l'età di 12 anni si intravede un certo maggior sviluppo apicale in corrispondenza dei sestri più diluiti. La spaziatura esercita comunque un chiaro influsso sulla struttura verticale del soprassuolo, che si esprime in una maggiore presenza di piante dominate nei sestri più stretti.

Il sesto d'impianto si ripercuote sullo sviluppo diametrico. Ma la superiorità dei diametri nel sesto 3 x 3 m non è generalmente molto pronunciata, a causa delle condizioni di scarsa fertilità stazionale che hanno accompagnato l'esperienza. La forma dei tronchi è chiaramente influenzata dal sesto d'impianto, con una forte concentrazione di tronchi slanciati nel sesto 1 x 1 m. Perciò in specie a crescita iniziale rapida (larice europeo) il sesto 1 x 1 m si traduce in una destabilizzazione dei soprassuoli già all'età di 8 anni. Nelle specie a crescita maggiore



(larice europeo) il sesto si ripercuote sulla forma delle chiome verso l'età di 8 anni, in quelle a sviluppo iniziale più lento (douglasia) verso 12 anni. Non si riscontra un chiaro legame fra distanziamento ed aspetti morfologici dei tronchi. In conclusione sono consigliati, per il settore meno ferace dell'area castanile, i seguenti sestetti d'impianto: tiglio (2 x 2 m), pioppo tremolo (2 x 2 m o 3 x 3 m), abete rosso (3 x 3 m), larice europeo (3 x 3 m e più) e douglasia (3 x 3 m).

## Résumé

### Essai d'espacement, dans l'aire du châtaignier de la région subalpine, portant sur le tilleul, le tremble, l'épicéa, le mélèze d'Europe et le douglas

Ce rapport concerne un essai d'espacement portant sur différentes espèces. Le tilleul (*Tilia cordata*), le tremble (*Populus tremula*), l'épicéa (*Picea abies*), le mélèze d'Europe (*Larix decidua*) et le douglas (*Pseudotsuga menziesii*) furent observés durant leurs 12 premières années. Trois variantes d'espacement sont prises en considération; il s'agit de 1 x 1 m, 2 x 2 m et 3 x 3 m. Cet essai a été réalisé dans le cadre du projet d'afforestation de Copera (commune de S. Antonino, au Tessin), station située à une altitude de 550—650 m. Au point de vue phytosociologique, l'endroit appartient à un groupement de Chênaie à Raiponce avec Châtaignier.

La mortalité la plus élevée a été observée sur le tremble et le douglas, spécialement durant les cinq premières années après la plantation. La mortalité maximale s'est produite sur l'espacement de 1 x 1 m. Mais, relativement au nombre de plants mis en terre, on ne remarque pratiquement pas de différence entre les trois variantes d'espacement testées.

Pendant les 8 premières années, l'espacement n'exerce pas d'influence nette sur l'accroissement en hauteur du peuplement, tout au moins pour ce qui est des arbres prédominants et codominants.

A l'âge de 12 ans, une tendance à une plus grande croissance en hauteur se remarque chez les arbres plus espacés.

L'espacement exerce un effet évident sur l'étagement du peuplement, ce qui se manifeste par un plus grand nombre d'arbres dominés lorsque l'espacement est réduit. Ce facteur influe en particulier aussi sur l'accroissement en diamètre de l'arbre. Néanmoins, cet avantage que pourrait offrir la variante de 3 x 3 m n'est pas très marqué dans le cas présent étant donné le faible indice de fertilité de la station.

L'espacement exerce aussi nettement son action sur la forme du fût. Comme il fallait s'y attendre, les fûts les plus élancés se rencontrent à la variante de 1 x 1 m. Chez les essences dont la croissance juvénile est rapide (comme le mélèze par exemple), l'espacement de 1 x 1 m provoque une déstabilisation du peuplement à l'âge de 8 ans déjà. La forme du houppier de ces essences en subit aussi les conséquences au même âge. Pour ce qui est des essences dont la croissance n'est pas aussi rapide au cours des premières années qui suivent la plantation (le douglas), le phénomène ne se manifeste que vers 12 ans. Cette étude n'a pas permis d'établir une corrélation entre l'espacement et la qualité du fût.

En conclusion, l'espacement conseillé pour des stations à bas indice de fertilité de l'étage des châtaigniers du versant sud des Alpes est de 2 x 2 m pour le tilleul, de 2 x 2 m ou 3 x 3 m pour le tremble, de 3 x 3 m pour l'épicéa, de 3 x 3 m ou plus pour le mélèze d'Europe et de 3 x 3 m pour le douglas.

Traduction: *Monique Dousse*

### Bibliografia

- Ambrosetti, F.*, 1971: Il clima al sud delle Alpi. Boll. soc. tic. sc. nat. 62, 12–66.
- Bartoli, M., Decourt, N.*, 1971: Densité de plantation. Annl. Sci. For., Nr. 28, 59–84.
- Blaser, P.*, 1973: Die Bodenbildung auf Silikatgestein im südlichen Tessin. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt., 49, 3: 253–340.
- Buffi, R.*, 1987a: Das Jugendwachstum verschiedener Baumarten in den Versuchsaufforstungen von Copera. Ein Beitrag zur Baumartenwahl im Kastanienareal der Alpensüdseite. Schweiz. Z. Forstwes., 138, 2: 139–153.
- Buffi, R.*, 1987b: Le specie forestali per la zona castanile insubrica. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 63, 3: 409–656.
- Buffi, R.*, a: La crescita giovanile del larice europeo e del larice del Giappone al sud delle Alpi negli orizzonti submontano e montano. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. (in preparazione, titolo provvisorio).
- Carta geologica generale della Svizzera*, 1955: Foglio 7, Ticino.
- Carta idrogeologica del Cantone Ticino*, 1978: Foglio 4. Dip. economia pubblica.
- Dippel, M.*, 1982: Auswertung eines Nelder-Pflanzverbandsversuchs mit Kiefer im Forstamt Walsrode. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 153, 8: 137–154.
- Ellenberg, H., Klötzli, F.*, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 48, 4: 587–930.
- Evert, F.*, 1984: An update (1970/71–1982) of the annotated bibliography on initial tree spacing. Inform. Rep. PI-X-44. 157 p. Can. For. Serv., Chalk River, ON.
- Hamilton, G. J., Christie, J. M.*, 1974: Influence of spacing on crop characteristics and yield. Forestry Commission Bulletin, Nr. 52, 91 p.
- Hočevar, M.*, 1981: Die optimale Pflanzzeit bei der grünen Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in Abhängigkeit von Pflanzenzustand und Witterung. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. 57, 2: 85–187.
- Keller, W.*, 1979: Una chiave di feracità auxometrica semplice per i soprassuoli forestali al sud delle Alpi. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 55, 2: 179–232.
- Kenk, G., Weise, U.*, 1983: Erste Ergebnisse von Douglasien-Pflanzverbandsversuchen in Baden-Württemberg. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 154, 3: 41–55.
- Kramer, H., Smith, J. H. G.*, 1985: Bestandesbegründung der Douglasie in Britisch-Kolumbien, Kanada. Forstarchiv, 56: 9–13.
- Oswald, H., Pardé, J.*, 1976: Une expérience d'espacement de plantation de douglas en forêt domaniale d'Amance. Rev. For. Franc. XXVIII: 185–192.
- Oswald, H., Pardé, J.*, 1984: Le douglas en France: sylviculture et production. Rev. For. Franc. XXXVI: 56–58.
- Reukema, L. D.*, 1979: Fifty-year Development of Douglas-fir Stands Planted at Various Spacings. USDA Forest Service, Research Paper PNW-253, 21 p.
- Sjølte-Jorgensen, J.*, 1967: Influence of spacing on coniferous plantations. Int. Rev. For. Res. 2, 43–94.
- Smith, J. H. G., Reukema, L. D.*, 1985: Effects of Plantations and Juvenile Spacing on Tree and Stand Development (n. p.).