

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	116 (1965)
Heft:	1
Artikel:	La variabilità di alcune caratteristiche di duglasia sotto differenti condizioni di luce
Autor:	Ceschi, I.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-767359

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La variabilità di alcune caratteristiche di *duglasia* sotto differenti condizioni di luce¹

Von I. Ceschi, Locarno

Oxf. 181.21 : 232.12

1. Introduzione

La *duglasia*, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb, Franco) è una specie distribuita su un'area vastissima. Essa si estende nel continente nordamericano, dal British Columbia fino alla Sierra Nevada in California e lungo le Montagne Rocciose fino nel nord del Messico. La distribuzione altitudinale è pure molto ampia; lungo la costa la specie cresce dal livello del mare fino a 1600 m e all'interno da 1300 a 2000 m raggiungendo i 3000 m sulle Montagne Rocciose meridionali. E' quindi naturale che, su un'area così vasta, dalle condizioni ambientali estremamente varie, si formassero non solo differenti razze ma anche tutta una serie di ecotipi o razze locali.

Un fattore ambientale di primaria importanza è il fotoperiodismo, cioè il ciclico alternarsi di periodi di giorno e di notte provocante una reazione fisiologica sugli esseri viventi. Dal punto di vista sperimentale già da tempo si era notato che la reazione fotoperiodica si prestava assai bene al differenziamento di vari ecotipi. Il fotoperiodismo si è dimostrato un importante elemento del meccanismo adattivo in specie che coprono una grande varietà di stazioni a latitudini e climi differenti. Per la *duglasia*, come per altre specie, l'esistenza stessa di popolazioni legate ad una data latitudine sta ad indicare che la lunghezza del giorno è stato un elemento selettivo durante la migrazione post-glaciale delle specie. Potrebbe perciò sembrare errato voler ricercare una variabilità fotoperiodica all'interno di una popolazione ristretta. D'altronde si sa che la *duglasia* è una specie altamente eterogenea e di conseguenza una certa variabilità può essere attesa anche per caratteristiche fisiologiche correlate con il fotoperiodismo. Anche all'interno di un ecotipo un individuo può essere più o meno adatto di un altro, sebbene ognuno possieda una tolleranza fisiologica che gli permette di sopravvivere e competere con gli altri individui.

Del resto pochissimo si sa sulla *variabilità fotoperiodica di popolazioni locali*. Il presente studio si basa su una serie di incroci eseguiti nella primavera del 1959 in un aggregato di *duglasia* presso Shelton (Washington, USA) nella Olympic Peninsula. Entro un raggio di 300 m circa furono scelte 7 *duglasie*, 4 delle quali servirono da piante madri e ciascuna di esse fu impollinata con polline proveniente dalle rimanenti 3 piante.

¹ Estratto dalla tesi presentata alla University of Washington, Seattle (USA) per l'ottenimento del titolo di Master of Forestry. Testo originale inglese.

Gli scopi dello studio erano:

- analisi della reazione di semenzali 1/0 di duglasia derivati da incroci tra individui di uno stesso aggregato sotto differenti condizioni di luce e durata d'illuminazione (*Variabilità ambientale*)
- analisi della variabilità dei semenzali sotto condizioni uniformi (*variabilità genetica*)
- analisi di una possibile *interazione* tra ambiente e genotipo.

2. Il problema

Quali sono i motivi per assumere che i 12 incroci effettuati tra individui del medesimo aggregato denoteranno una variabilità genetica?

Variazioni ecotipiche sono state osservate in un gran numero di specie mentre si è data meno importanza allo studio di variazioni ecotipiche localizzate e alla variazione individuale. Mentre il primo tipo di variazione è legato a fattori di adattamento, il secondo ha un'origine genetica diversa. Per quel che concerne la duglasia la variabilità individuale è particolarmente pronunciata per caratteristiche morfologiche (Campbell, 1958). Caratteristiche fisiologiche, come per esempio accrescimento in altezza e periodo di quiete invernale, possono invece presentare solo variazioni razziali localizzate poiché esse influiscono direttamente sul successo di una pianta nel suo ambiente nativo e conseguentemente hanno maggior valore selettivo che le caratteristiche puramente morfologiche. Clausen, Keck e Hiesey (1948) scoprirono che, entro certi limiti, delle popolazioni di *Achillea millefolium* consistevano in un raggruppamento di varii biotipi. L'adattamento di una razza al suo ambiente dipende dall'adattamento dei suoi membri individuali. Alcuni individui sono meglio adatti che altri, ma ciascuno possiede una certa tolleranza fisiologica che gli permette di sopravvivere entro determinate condizioni ambientali.

Per quel che concerne la duglasia verde, Duffield (1950) trovò che essa è altamente eterozigote e di conseguenza mostra una grande variabilità. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che il polline della pianta viene trasportato dal vento molto distante dal punto d'origine e l'orografia dell'area di espansione non presenta barriere tali da impedire una libera migrazione di geni da un vicinato all'altro. E' quindi da attendersi che la duglasia presenti una considerabile variabilità anche entro piccoli gruppi e ciò particolarmente per caratteristiche fisiologiche. Campbell (1958) trovava infatti impossibile collocare individui di duglasia in tipi, su una base qualitativa, se si considerano simultaneamente più di 2 caratteristiche della forma della corona.

Il presente lavoro è un tentativo di verificare se lo stesso grado di variabilità si riscontra anche in caratteristiche fisiologiche connesse con la reazione fotoperiodica.

La reazione fotoperiodica nelle specie legnose

Il fotoperiodismo è definito come la reazione biologica indotta da periodi di luce e di oscurità in un ciclo giornaliero e soggetta alle variazioni stagionali della lunghezza del giorno e della notte.

Questo rilevante fenomeno fu scoperto nel 1920 da Garner e Allard e da allora numerosissimi studi sono stati compiuti specialmente per scopi di ricerca agraria. Solo recentemente però è stato possibile stabilire la base fisiologica della reazione fotoperiodica. È stato accertato che si tratta di una *reazione fotochimica reversibile* controllata da un pigmento chiamato *fitocroma* attivato a sua volta da speciali enzimi.

Anche per molte specie legnose sono già state condotte numerose ricerche in questo campo. Per quanto concerne la duglasia si è già notato che essa presenta tutta una gamma di ecotipi con differente apertura delle gemme apicali anche se gli individui trattati crescevano nello stesso luogo. Irgens-Moller (1957) notò che duglasie d'alta quota avevano una ben marcata reazione fotoperiodica riguardo all'apertura delle gemme apicali, dandone la spiegazione con il fatto che ad alte quote la lunghezza del giorno è il solo fattore variante costantemente durante l'anno e di conseguenza esso ha un valore selettivo più alto che non l'adattamento alle condizioni di temperatura e d'umidità, le quali sono solitamente soggette a grossi sbalzi durante il periodo vegetativo. Ricerche più recenti hanno poi anche dimostrato l'esistenza di una *variazione ecotipica localizzata*. Irgens-Moller (1960) notò differenze di germinabilità e di comportamento fototropico in semi e semenzali raccolti da pendii adiacenti ma rivolti a nord e a sud. La progressiva identificazione di ecotipi sempre più piccoli anche per la reazione fotoperiodica, solleva la tanto dibattuta questione se si tratti di *variazione continua (clinale)* oppure di *variazione discontinua (razziale e ecotipica)*.

In generale si è finora osservato che entro una determinata specie alcune caratteristiche variano in maniera continua mentre altre variano in maniera discontinua. Ciò è comunque un argomento contro l'oggettività di una suddivisione delle specie in molte razze.

Furono installati 2 compartimenti $2\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ con differenti condizioni di luce ciascuno suddiviso in due parti creando così 4 celle con le condizioni seguenti:

3. Il metodo

compartimento	luce principale	luce supplementare	sigla
	ore	ore	
1	12	—	1 A
1	12	3	1 A
2	15	—	2 A
2	15	3	2 B

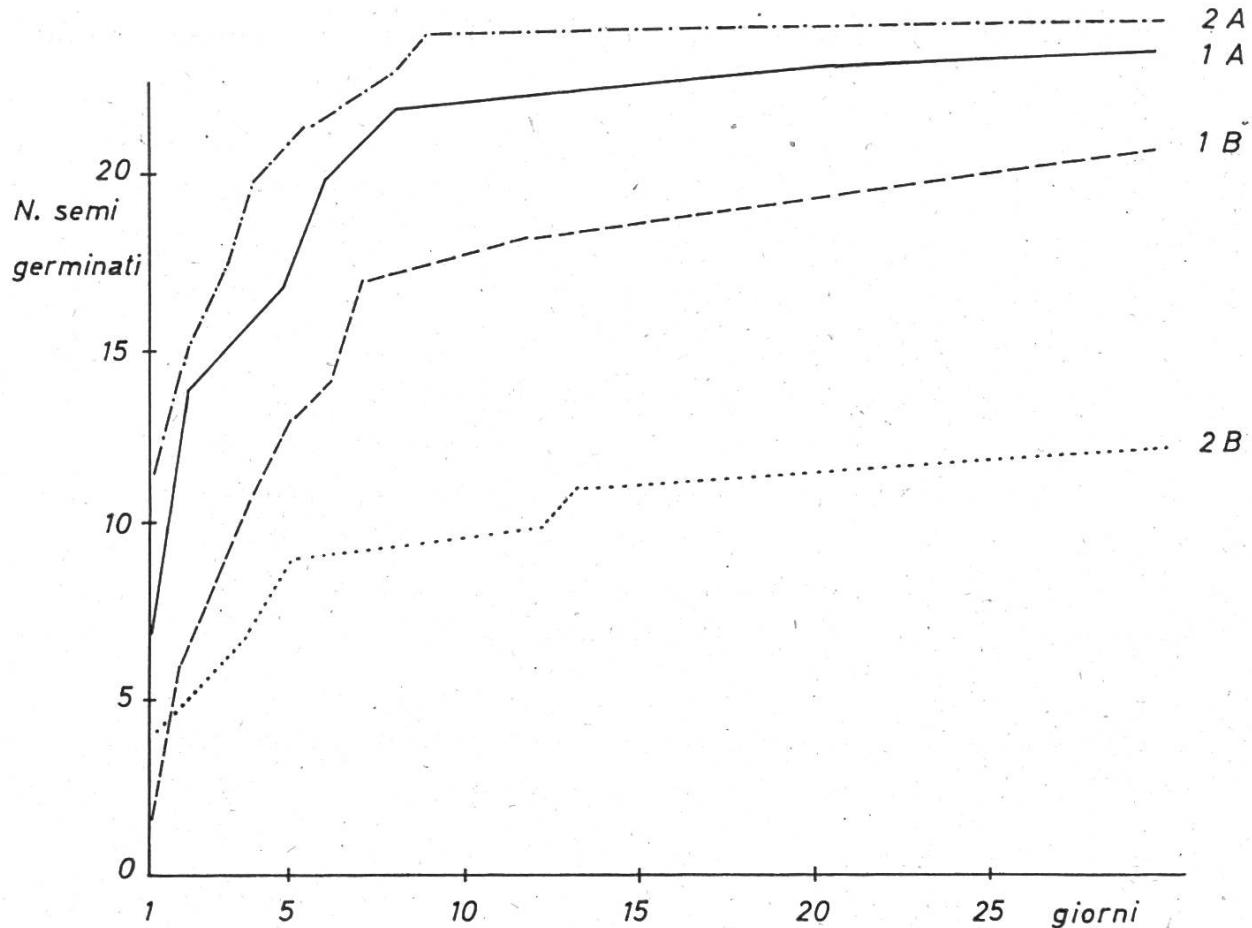


Fig. 1

Germinabilità della progenie 4 nei vari ambienti

La luce principale era fornita da una lampada Quartzlite da 1500 Watt producente uno spettro bianco paragonabile alla luce solare.

La luce supplementare era invece fornita da due lampade incandescenti normali da 100 Watt. La luce prodotta da queste lampade contiene una notevole quantità di lunghezze d'onda della zona spettrale dal rosso all'infrarosso.

La temperatura nelle celle fu mantenuta attorno ai 20°C.

Il disegno sperimentale

Fu usato una semplice disposizione a blocchi randomizzati con 6 repliche di 12 trattamenti, quest'ultimi rappresentati dalle 12 progenie o famiglie di semi e i risultati elaborati con l'analisi di varianza.

Il piano d'incrocio

Come già esposto nell'introduzione ciascuno dei 4 alberi femminili fu

(in inglese *dams*) incrociati con polline di 3 alberi che chiameremo maschili (in inglese *sires*).

Lo schema d'incrocio si presentava così:

		genitori maschili		
		1	2	3
genitori femminili	I	3	5	6
	II	10	4	12
	III	8	1	7
	IV	2	11	9

Le famiglie individuali furono poi designate con numeri arabi dall'1 al 12.

4. I risultati

4.1. Percentuale di germinabilità

Sebbene questo esperimento non sia stato concepito come prova di germinazione i risultati sono stati parimente analizzati. La figura n. 1 ci mostra il netto declino di germinabilità che si verifica nell'ambiente 2B cioè con 18 ore di luce (15 ore di luce bianca + 3 ore di luce rossa) in confronto degli altri 3 ambienti tra i quali la germinabilità non differisce in modo significante.

Si sono pure verificate significanti differenze tra i genitori femminili mentre non c'è alcuna differenza tra quelli maschili.

4.2. Energia germinativa (o velocità di germinazione)

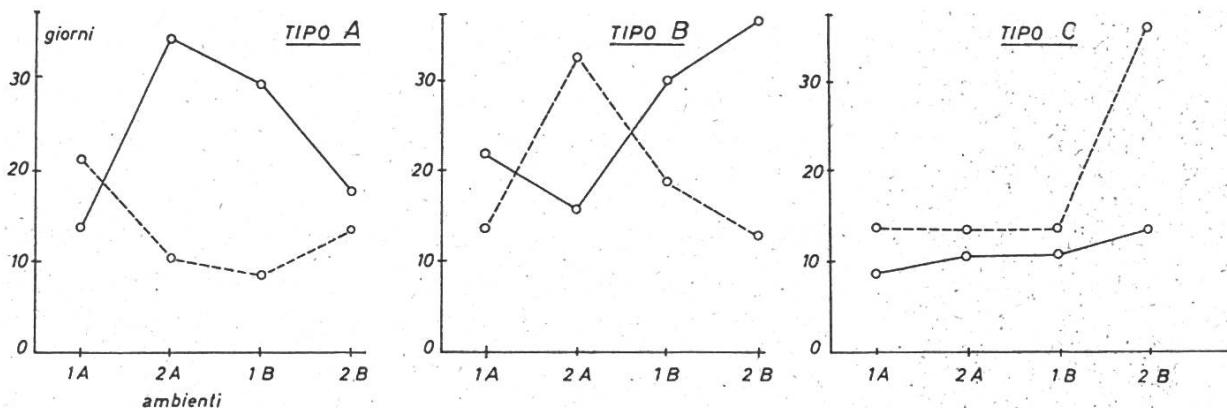
Questo valore è definito dal numero di giorni richiesto per raggiungere il 50% dell'intera capacità germinativa. L'analisi mostra un sorprendente influsso dei genitori maschili e non invece di quelli femminili come ci si potrebbe attendere.

La variazione di questa caratteristica tra i vari ambienti non è risultata significante. L'interazione genotipo-ambiente è stata pure analizzata e si sono potuti determinare 3 tipi di interazione come viene esplicito nella figura n. 2
tipo A: la reazione dei genotipi trasferiti in un nuovo ambiente è opposta
tipo B: l'interazione avviene solo quando i genotipi vengono sotto giorni lunghi

tipo C: non c'è nessuna divergenza in giorni corti e lunghi mentre c'è divergenza in giorni molto lunghi.

4.3. Formazione di gemme apicali

Non si sono constatate differenze significanti tra genitori maschili e genitori femminili all'interno dei vari ambienti. Le variazioni individuali sono invece risultate assai pronunciate e si possono suddividere in tre gruppi come illustrato nelle figure n. 3.



Energia germinativa

interazione genotipo - ambiente

- 1º nell'ambiente 1B ($12 + 3$) esiste il maggior ritardo nella formazione di gemme apicali mentre questo ritardo vien ridotto nell'ambiente 2B (ad es. le famiglie 10 e 12)
- 2º il tempo di formazione di gemme apicali vien prolungato nell'ambiente 2B invece di venir ridotto (famiglie 3, 7, 11)
- 3º comportamento relativamente stabile in ogni ambiente (famiglia 8)

Le differenze tra i vari ambienti sono risultate significanti. In particolare gli ambienti con luce bianca (1A e 2A) differiscono essenzialmente dagli ambienti con luce rossa e infrarossa (1B e 2B). Si sono poi verificati varie interazioni genotipo-ambiente che si possono raggruppare in tre tipi:

- tipo A: La netta differenza esistente nei giorni più brevi (12 ore) scompare nei giorni più lunghi (p.e.n. 12 e 5)
- tipo B: la reazione risulta identica con un periodo di 15 ore mentre le posizioni s'invertono passando dal periodo di giorni brevi a periodi lunghi
- tipo C: la reazione risultata è simile nei giorni brevi e medi e differente nei giorni lunghi (18 ore).

E' opportuno mettere in risalto la significante interazione tra genitori femminili con l'ambiente come pure la grande variabilità individuale nell'ambiente 1A cioè in condizioni di giorno molto corto.

4.4. Lunghezza dell'epicotile

Tra le parti aeree del semenzale l'epicotile cioè la parte della pianta situata sopra i cotiledoni è quella che più si presta ad un'analisi genetica poiché è meno influenzata dalla grossezza del seme che non l'ipocotile, cioè la parte della pianta sottostante i cotiledoni. Secondo Schröck e Stern (1953), i quali distinguono nella crescita di una pianta il ciclo embrionale, il ciclo giovanile ed il ciclo della maturità, l'elongazione dell'epicotile appar-

tiene ancora al ciclo embrionale mentre le foglie primarie sono già elementi del secondo ciclo. L'inizio di questo ciclo è fortemente influenzato dalla luce ed è quindi molto probabile che la crescita dell'epicotile sia influenzata e controllata da fattori ambientali e genetici diversi da quelli che controllano la lunghezza dell'ipocotile.

I risultati mostrano che l'influsso dei vari ambienti è stato talmente prevalente che le altre fonti di variazione non hanno avuto modo di emergere. Non si è potuta osservare nessuna differenza tra genitori maschili e femminili.

La variazione individuale delle famiglie all'interno degli ambienti 1A e 1B è assai ampia e tra alcune di esse si rivelano differenze essenziali. È stato interessante seguire la variazione individuale cioè il comportamento di una famiglia nei 4 differenti ambienti. Le reazioni sono state di due generi:

- 1o le lunghezze maggiori dell'epicotile appaiono nell'ambiente 1B (12 + 3) mentre nell'ambiente 2B (15 + 3) l'epicotile è più corto malgrado l'azione elongatrice della luce rossa
- 2o la lunghezza dell'epicotile cresce con l'aumento delle ore di luce.

I diversi ambienti differiscono in modo significante ed il noto effetto elongatore della luce rossa + infrarossa è evidente negli ambienti 1B e 2B ambedue con luce rossa addizionale.

Per un'analisi quantitativa dell'interazione tra genotipo e ambiente si è usato il *coefficiente di correlazione di rango* (rank correlation coefficient)

dato dalla seguente formula : $r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2-1)}$ dove n è il numero delle famiglie e d è la differenza tra il rango delle famiglie in due ambienti differenti. Non trovandosi nessuna correlazione di rango non si può attendere un'interazione tra genotipo ed ambiente.

4.5. Lunghezza dell'ipocotile

Come spiegato nel paragrafo precedente, la lunghezza dell'ipocotile è facilmente influenzata dalla grossezza del seme mentre non è sicuro che la luce vi eserciti un'influsso. Siccome però la luce ha anche un'influsso sull'embrione e sull'endosperma dei semi, si può assumere, almeno come ipotesi di lavoro, che essa agisca indirettamente anche sulla lunghezza dell'ipocotile.

La variazione dovuta all'influsso materno è, come ci si poteva attendere, molto marcata. La variazione dei vari ambienti, dovuta all'influsso della luce ha pure avuto un'effetto significante. Nell'ambiente 1B (12 + 3) gli ipocotili sono molto più lunghi che altrove, mentre nel 2B (15 + 3) risultano dei valori medi più bassi.

4.6. Formazione di gemme laterali

L'influsso interparentale sia da genitori maschili che da genitori femminili non ha avuto effetti che differivano in modo significante sulla forma-

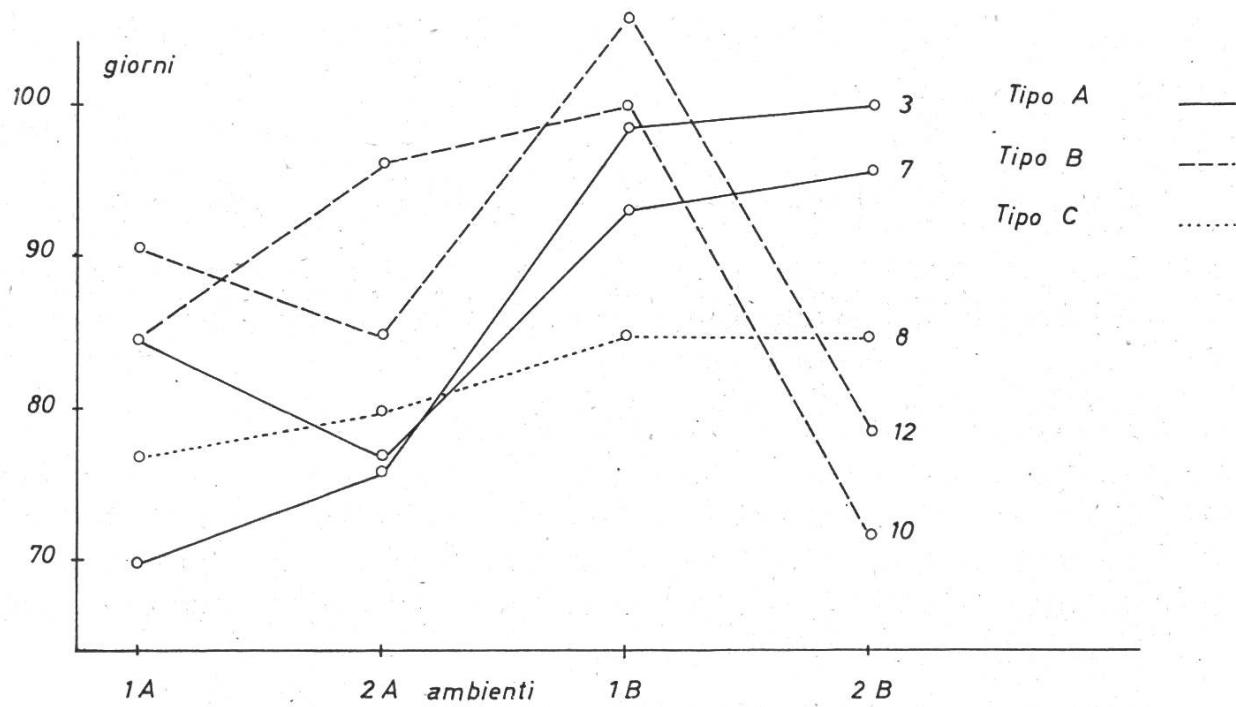


Fig. 3

*Formazione di gemme apicali : variazione individuale
di alcune progenie*

zione di gemme laterali. Di nuovo si rileva il forte influsso della qualità della luce. I due ambienti con luce rossa e infrarossa hanno un numero nettamente maggiore di gemme laterali.

4.7. Relazioni tra le differenti caratteristiche

Percentuale di germinazione e energia germinativa

E' stato provato che in certe specie esiste una correlazione tra la percentuale di germinazione e l'energia germinativa o velocità di germinazione. Nel presente esperimento solo due famiglie hanno dimostrato una buona correlazione.

Energia germinativa e formazione di gemme apicali

Non é stata trovata alcuna correlazione sotto giorni corti e medi (12 e 15 ore) mentre é stata trovata una correlazione in condizioni di giorno molto lungo (18 ore).

Formazione di gemme apicali e lunghezza dell'epicotile

Ricerche precedenti hanno potuto stabilire una assai stretta relazione tra queste due caratteristiche. Nel presente esperimento é pure stata trovata una correlazione significante ma solo negli ambienti 1A e 1B (giorno corto e medio) e non negli ambienti 2A e 2B (giorno medio e lungo). Se però,

mediante il *coefficiente di correlazione parziale* dato dalla seguente formula in cui

$$r_{12,3} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{\sqrt{(1-r_{13}^2) \cdot (1-r_{23}^2)}} \quad \begin{array}{lll} \text{formazione di gemme apicali} & = \text{variabile 2} \\ \text{energia germinativa} & = \text{variabile 3} \\ \text{lunghezza dell'epicotile} & = \text{variabile 1} \end{array}$$

si elimina dalla correlazione la variabile 3 cioè l'energia germinativa, appare una correlazione molto significante tra la formazione di gemme apicali e la lunghezza dell'epicotile anche nell'ambiente 2A (15 ore).

Lunghezza dell'epicotile e formazione di gemme laterali

Come per la formazione di gemme apicali esiste una correlazione molto significante tra i due attribuiti e i tre ambienti 1A, 1B e 2A mentre non c'è alcuna correlazione nel 2B. E' quindi molto probabile che la formazione di gemme laterali sia dipendente da condizioni ambientali in maniera significante.

5. Discussione dei risultati

5.1. Percentuale di germinazione

Variazione ambientale. La percentuale di germinazione è sotto forte controllo fotoperiodico poiché con 18 ore di luce (bianca + rossa) fu osservata una forte diminuzione di germinazione. Ciò è dovuto alla combinazione di tre fattori: periodo di luce molto lungo (18 ore), qualità della luce (rossa + infrarossa) e temperatura dove quest'ultimo fattore non sembra aver avuto in questo caso un'influsso primario.

Variazione genetica. Esiste una pronunciata variazione individuale e le differenze in questo campo non possono ovviamente essere primariamente attribuite a cause genetiche. Ci sono comunque scarse prove in favore sia di un controllo genetico che di un effetto ambientale pronunciato per le variazioni individuali (per famiglia) entro i diversi ambienti.

Interazione genotipo-ambiente. Le progenie del genitore materno I e il genitore paterno I sono state meno influenzate dalle radiazioni infrarosse che non le altre il che tende a sopportare l'ipotesi di un controllo genetico sull'inibizione.

5.2. Velocità di germinazione o energia germinativa

Variazione ambientale. Esiste un alto grado di variabilità nella velocità di germinazione tra semenzali cresciuti nelle stesse condizioni. Ciò può senz'altro esser dovuto al ritmo endogeno dei semi cosa che tuttavia non scarta l'ipotesi di un influsso genetico visto anche l'alto grado di eterozigosità esistente nella duglasia. Non si è peraltro notato un influsso dovuto alla luce il che concorda anche con i risultati ottenuti in precedenti esperimenti (Allen, 1960).

Variazione genetica. Le fonti di variazione nella velocità di germinazione sono:

- peso e grossezza dei semi
- ritmo endogeno
- costituzione genetica.

E' impossibile tuttavia isolare l'effetto del ritmo endogeno da quello della costituzione genetica del seme. Nel nostro caso si è notato che il genitore maschile 2 tende ad unificare la velocità di germinazione ad un livello ben definito; questa proprietà viene chiamata *capacità combinatoria generale* (general combining ability). Per quel che concerne l'influsso del peso e della grossezza del seme sull'energia germinativa, delle ricerche effettuate da Schell (1960) indicavano che per alcune specie una correlazione esiste tra le due variabili mentre ciò non si verifica in altre specie. Nel nostro caso appare più probabile un'influsso genetico e del ritmo endogeno che non quello del peso e grossezza dei semi.

Interazione genotipo-ambiente. Dai risultati ottenuti sono stati estratti 3 tipi di reazione come raffigurato nella figura n. 2. Le reazioni sono risultate opposte o invertite nei diversi ambienti, malgrado che ogni paio di semi-famiglie avesse lo stesso genitore materno.

Non è stata possibile un'analisi statistica ma i diagrammi sono un bel esempio di interazione (vedi fig. n. 2).

5.3. Formazione di gemme apicali

Variazione ambientale. Questa caratteristica è fortemente influenzata dalla durata della luce e dalla temperatura. In condizioni di giorno corto (12 ore) le gemme apicali si sono formate prima che in condizioni di giorno medio e lungo. La qualità della luce ebbe comunque un'importanza decisiva e a dimostrazione di ciò si osservi la netta differenza tra i due ambienti 1B (12 + 3) e 2A (15) cioè con lo stesso periodo ma qualità di luce differente. La radiazione infrarossa ha avuto un considerevole influsso.

Variazione genetica. Si è notato nel corso dell'esperimento che nel periodo corto di 12 ore la dispersione nei tempi di formazione apicali era assai elevata per poi progressivamente diminuire (± 6 giorni) per periodi di luce più lunghi.

Questo fatto è stato interpretato come la prova che i semenzali di duglasia hanno *una lunghezza di giorno critica* (critical daylength) in condizioni di giorno corto. Analoghi risultati erano stati riportati da Vaartaja (1959) e da Lang (1948). In giorni più lunghi il ritmo stagionale endogeno viene invece radicalmente mutato e livellato dal fotoperiodo. Una ragione plausibile del ruolo della lunghezza di giorno critica non è ancora stata data ma esso sembra esser in relazione all'emigrazione postglaciale delle specie dal sud verso il nord con conseguente effetto di selezione e adattamento.

Interazione genotipo-ambiente. L'effetto dell'ambiente è stato molto forte per la maggior parte delle famiglie e perciò l'interazione non ha

potuto esser isolata. Tuttavia la reazione atipica di 2 famiglie (n. 3 e n. 11) all'irradiazione infrarossa, sia nella percentuale di germinabilità che nella formazione di gemme apicali, rafforza l'ipotesi di un considerevole controllo genetico in queste due caratteristiche.

5.4. Lunghezza dell'epicotile

Variazione ambientale. L'effetto elongatore della luce infrarossa sull'epicotile è stato molto evidente, in accordo del resto con i risultati di precedenti esperimenti.

Variazione genetica. Da ricerche precedenti su questo argomento si possono trarre le seguenti constatazioni:

- esiste una sicura dipendenza tra il tempo di formazione di gemme e l'altezza raggiunta dai semenzali
- la durata dell'allungamento è influenzata da processi di natura endogena e il periodo totale di crescita deriva dall'interazione tra questi processi e fattori esterni quali il periodo di luce
- la temperatura deve rimanere costante in un esperimento del genere poiché sia l'assimilazione che la respirazione dipendono da essa.

I risultati ottenuti in questo esperimento hanno confermato tutti questi punti.

Interazione genotipo-ambiente. Per misurare il grado di interazione è stata usata la formula della *stabilità fenotipica* (Lerner, 1950):

$$\text{stabilità fenotipica} = \frac{Sx \text{ (ambiente con valori superiori)}}{Sx \text{ (ambiente con valori inferiori)}}$$

in cui Sx è la deviazione standard.

Questo argomento può esser usato per misurare il grado di eterozigosità di una popolazione. Nel nostro caso un'incrocio poliallelico tra 4 alberi femminili e 3 alberi maschili ha prodotto 12 combinazioni di genotipi che possono reagire in modo assai vario ad ambienti tanto differenti come da 12 a 18 ore di luce. Caratteristiche quantitative influenzate dal fotoperiodo sono controllate da una serie di geni chiamati *poligeni* (Mather, 1943). La variabilità di una popolazione dipende dalla ricombinazione di questi poligeni. Si sono notate alcune interessanti interazioni ma i dati posseduti non erano sufficienti per un'analisi di poligeni.

5.5. Lunghezza dell'ipocotile

Variazione ambientale. Sebbene la lunghezza dell'ipocotile sia direttamente influenzata del peso del seme come indicato dal Schell (1960), un certo influsso ambientale è pure stato rilevato. Infatti l'effetto elongatore della luce infrarossa si è fatto sentire anche sull'ipocotile specie nell'ambiente 1B (12 + 3) nel quale anche l'epicotile ha raggiunto in media la maggiore elongazione.

Per contro nell'ambiente 2B gli ipocotili sono stati inibiti dalla luce

infrarossa. Ciò dimostra che la crescita di questa parte della pianta è strettamente connessa alla percentuale di germinazione.

Variazione genetica. I genitori femminili mostrano uno stretto controllo sull'altezza dell'ipocotile sebbene ciò non sia dovuto a cause genetiche in senso stretto ma solo a quello che vien chiamato *effetto materno* (maternal effect) che è un fattore ambientale.

5.6. Relazione tra le diverse caratteristiche

Percentuale ed energia germinativa.

Schell (1960) trovò una stretta dipendenza tra la vitalità (espressa in % di mortalità) e l'energia germinativa in parecchie specie tra le quali l'abete rosso e il larice, anche senza l'intervento del fattore peso. I risultati di questo esperimento concordano con quelli di Schell particolarmente sotto condizioni di giorno corto. Ciò potrebbe indicare che il processo germinativo è sotto un controllo genetico più stretto di quanto generalmente si crede. Un problema aperto a futura indagine è quello di stabilire se l'andamento della crescita durante il ciclo germinativo è una copia molto abbreviata del futuro sviluppo dell'albero e se questa caratteristica è ereditaria.

Energia germinativa e formazione di gemme laterali

I risultati ottenuti indicano che non esiste alcuna correlazione tra le due caratteristiche e ciò potrebbe significare che i due processi possiedono differenti basi genetiche.

Formazione di gemme apicali e lunghezza dell'epicotile

La relazione tra le due caratteristiche è sempre apparsa evidente già dalle prime indagini sul fotoperiodismo. I risultati ottenuti sono in perfetto accordo con quelli ottenuti da Vaartaja (1958).

Numero di gemme laterali e lunghezza dell'epicotile

Esiste senz'altro una stretta correlazione tra le due grandezze ed è stato notato un forte influsso ambientale; ciò nondimeno un influsso genetico è pure stato rilevato. Si può affermare che la formazione di gemme laterali è sotto un influsso genetico più forte di quanto i risultati non indichino, essendo difficile isolare l'effetto dal predominante influsso della lunghezza dell'epicotile.

6. Conclusioni

Le varie caratteristiche studiate hanno mostrato un notevole grado di variabilità e questo è un risultato che in complesso si può definire inatteso per una popolazione molto localizzata come quella studiata e ciò malgrado che la duglasia sia nota come specie altamente eterozigota. Le cause ambientali e genetiche studiate possono essere riassunte così:

1o variazione ambientale

- variazione controllabile dovuta alla reazione a varie qualità e lunghezze di periodi di luce

- effetto materno solo parzialmente misurabile
- variazioni non misurabili dovute a fluttuazioni di temperatura

2o *variazione genetica*

- misurabili solo parzialmente attraverso l'analisi statistica dell'influsso da genitori maschili e femminili

3o *interazione genotipo-ambiente* solo parzialmente misurabile ma comunque visibile assai chiaramente

4o *ritmo endogeno*

Non è stato possibile separare questa componente dalle altre fonti di variazione.

Alcune caratteristiche studiate come ad esempio la percentuale e l'energia germinativa, la lunghezza dell'ipocotile non si sono dimostrate adatte per una chiara analisi genetica. Nella loro formazione sono in gioco troppi fattori incontrollabili, ma tuttavia si è potuto constatare che pure essi sono controllati da un certo numero di geni. Per contro la formazione di gemme apicali, sebbene possa esser fortemente influenzata da fattori esterni (luce rossa ed infrarossa), è soggetta a notevoli variazioni individuali che indicano un complesso ed ancora indecifrato controllo genetico. Il ritmo endogeno dei semi è ancora un'importante aspetto della fisiologia da studiare.

La lunghezza raggiunta dall'epicotile è strettamente dipendente dall'andamento della formazione della gemma apicale.

Uno studio futuro di questo genere dovrebbe tener conto di 2 punti principali:

- per una migliore ripartizione delle cause di variabilità genetica contro quelle di variabilità ambientale occorre un maggior numero d'incroci
- è necessario eliminare la componente materna, contenente troppi fattori sconosciuti e disporre di un maggior numero di genitori maschili. Solo così si potrà ottenere in modo assai preciso la misura del controllo genetico sulle varie caratteristiche studiate.

Appare pertanto confermato il carattere estremamente variabile della duglasia anche entro il raggio molto limitato di alcune centinaia di metri.

Di ciò occorre tener conto anche nella pratica della produzione e dell'impiego di questa delicata e preziosa specie. Semi importati dal Northwest dell'America, anche se provenienti da zone climaticamente analoghe alle nostre, possono dare solo una limitata garanzia di successo. Occorre invece aumentare gli sforzi per aumentare la produzione di semi da madricime di duglasia già affermatesi nelle nostre regioni e ciò, oltre che per motivi organizzativi ed economici, anche per le ragioni d'ordine genetico illustrate in questo saggio.

Zusammenfassung

Vier verschiedene, durch ungleiche Lichtperioden und Lichtarten ausgezeichnete Versuchsanlagen sind geschaffen worden:

12-Stunden-Periode mit weißem Licht

15-Stunden-Periode mit weißem Licht

15-Stunden-Periode mit weißem und infrarotem Licht

18-Stunden-Periode mit weißem und infrarotem Licht

Zwölf Kreuzungen von sieben Douglastannen, welche in einem Gebiet westlich von Shelton auf der Olympic-Halbinsel (Washington, USA) durchgeführt worden waren, sind unter diesen Versuchsbedingungen auf ihre Variabilität im Keimprozent, Keimgeschwindigkeit, Endtriebbildung, Epicotyl- und Hypocotyllänge und Seitentriebanzahl untersucht worden. Es wurde versucht, die Gesamtstreuung in ihre genetischen und nichtgenetischen Komponenten aufzuteilen und zu zeigen, daß alle Merkmale eine erstaunlich große genetische und umweltbedingte Variabilität besitzen, obwohl die Kreuzungen aus einem sehr begrenzten Gebiet stammten. Der extrem variable Charakter der Douglastanne wurde somit bestätigt. Es ist ihm beim Anbau dieser Art in unserem Gebiet Rechnung zu tragen.»

Bibliografia citata

- Allen G. S. (1960): Factors affecting the viability and germination behavior of coniferous seed; Part IV. For. Chron. 36 (1): 18–29
- Campbell R. K. (1958): Variation in crown form attributes in populations of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Ph. D. Thesis. Univ. of Washington: pp. 143
- Clausen J. D., Keck D. and Hiesey W. M. (1948): Experimental studies on the nature of species. III. Environmental response of climatic races of *Achillea*. Carnegie Inst. of Washington: pp. 129
- Duffield J. W. (1950): Techniques and possibilities for Douglas-fir breeding. Jour. of For. 48: 41–45
- Irgens-Moller H. (1960): Localized genotypic variation in Douglas-fir. Abstr. Bull. Ecol. Society of America 41
- Lang A. (1948): Beiträge zur Genetik des Photoperiodismus. I. Faktorenanalyse des Kurztagcharakter von *Nicotiana tabacum* Maryland Mammoth. Lotsya I: 175–188
- Mather K. (1943): Polygenic inheritance and natural selection. Biol. Rev. 18: 32–64
- Schell G. (1960): Keimschnelligkeit als Erbeigenschaft. Silvae Genetica 9 (2): 48–53
- Schell G. (1960b): Die Abhängigkeit der Lebenskraft und der Pflanzengrößen von der Keimschnelligkeit. Forstwiss. Centralbl. 79: 105–126
- Schröck O. und Stern K. (1953): Die Prüfung des Wachstumsganges der Kiefer im Keimlingstest als Auslesemethode. Der Züchter 23: 137–148
- Vaartaja O. (1959): Evidence of photoperiodic ecotypes in trees. Ecol. Monographs 29 (2): 95–111