

Biodiversità e cambiamenti globali: l'importanza delle attività vivaistiche

Giuseppe Tranne

Dottore forestale

Lavoro redatto nel corso di uno stage svolto da novembre 1998 a febbraio 1999 presso l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Tutors: Piotto B. e Ciccarese L.

Introduzione

La Convenzione sulla Biodiversità, adottata durante la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (*The Earth Summit*), tenuta a Rio de Janeiro nel 1992, ha autorevolmente riconosciuto l'importanza globale di proteggere e mantenere la biodiversità, ai tre differenti livelli (genetico, specifico e di ecosistema) a cui essa si definisce, come parte della gestione sostenibile delle foreste.

In molti Paesi, la conservazione e l'incremento della diversità biologica, del paesaggio e del patrimonio culturale delle foreste costituiscono ormai uno degli elementi caratterizzanti delle linee di politica forestale e ambientale dei governi. Le foreste sono sempre più considerate come preziose riserve in cui larghi tratti di terra possono essere "gestiti" per proteggere la biodiversità animale e vegetale.

Tuttavia, il mantenimento della biodiversità non presuppone semplicemente il conservare le foreste naturali. A livello globale, solo il 3% della superficie forestale mondiale risulta protetta, mentre in Europa, secondo l'*European Scoreboards 1998* del WWF, solo il 2% della superficie forestale è rappresentata da foreste naturali. Appare ovvio, che un regime puramente vincolistico non è sufficiente a proteggere la variabilità delle forme viventi sulla terra.

Occorre realizzare che gran parte dei sistemi forestali sono stati depauperati, in quanto sottoposti ad intense attività selvicolturali, (ad esempio il prelievo esasperato di poche specie economicamente importanti), a incendi e a disturbi di varia natura. A ciò occorre aggiungere l'impatto che i cambiamenti climatici hanno svolto e, in accordo con le ipotesi formulate dai più accreditati modelli di circolazione globale, svolgeranno in maniera sempre più intensa sulla diversità genetica, delle specie e degli ecosistemi (Ciccarese L. *et al.*, 1999). Inoltre, come risulta da uno studio dell'EFICS (1997), molti ecosistemi forestali europei, dalle regioni boreali a quelle mediterranee, sono degradati e frammentati.

Ad aumentare i rischi di alterazione della diversità biologica, occorre aggiungere l'impiego crescente di organismi geneticamente modificati. Anche se il fenomeno contiene dei rischi di carattere ambientale *latu sensu*, come dimostra la crescente apprensione da parte dell'opinione pubblica (Tiede *et al.*, 1989; Mikkelsen *et al.*, 1996; Onstad & Gould, 1998), la manipolazione genetica investe anche le specie forestali e, in particolare, il pioppo (Confalonieri & Bisoffi, 1999; Wang *et al.*, 1996). Spesso l'impiego di tali organismi è condotto senza aver studiato profondamente le interazioni con l'ambiente. Non si sa, ad esempio, se durante il ciclo di vita, dalla talea all'abbattimento dell'albero, i geni introdotti biotecnologicamente si possono disperdere nell'ambiente tramite propagazione vegetativa (polloni radicali) o sessuale (polline o semi) e provocare effetti negativi sulle popolazioni spontanee di pioppo della stessa specie o di altre specie (in Italia *P. nigra* e *P. tremula*). Nel caso di cloni di pioppo modificati per ingegneria genetica al fine di indurre delle resistenze a parassiti o patogeni, non si conosce se gli stessi parassiti o patogeni non siano in grado di superare le resistenze introdotte, considerato il turno relativamente lungo di una coltivazione arborea in confronto alle numerose generazioni degli insetti.

Un ulteriore fattore di perdita di diversità genetica è legato ai movimenti incontrollati di germoplasma (Palmberg-Lerche, 1996; Ciccarese & Mariano, 1999). Infatti, la legislazione italiana e comunitaria impongono pochi limiti al commercio di materiale di propagazione. Anzi, per l'Unione Europea, il materiale forestale di propagazione (semi, semenzali, ecc.) di alberi ed arbusti non dovrebbe trovare, tranne che in limitati casi, limitazione commerciale all'interno della stessa.

In genere si ritiene che, la presenza di ecotipi non indigeni darà luogo a fenomeni di incrocio con gli ecotipi locali generando nuovi individui, spesso del tutto inadatti al clima e al suolo locali. La conseguenza può essere rovinosa: l'estinzione della popolazione di quella specie nel territorio dove prima esisteva un ecotipo adatto.

Le conseguenze dell'“inquinamento genetico” sono più temibili nei periodi di rapido cambiamento di alcuni fattori ecologici, quali il clima, in quanto, con la perdita di popolazioni locali o della loro identità genetica si potrebbe avere una diminuzione del potenziale d'adattamento alle mutate condizioni climatiche.

In questo contesto, alcune tecniche di produzione in vivaio di materiale di propagazione di specie arboree e arbustive possono essere molto utili a mantenere il *pool* genico di una entità specifica o sub-specifica, consentendo la preservazione della plasticità ecologica della stessa, e la conseguente adattabilità così da assicurare una continua e naturale evoluzione della specie.

Diversità ed evoluzione

E' stato più volte messo in evidenza che la variabilità (diversità o eterogeneità) genetica consente l'adattamento ad innumerevoli fattori (clima, cambiamenti climatici, particolari condizioni di un sito, siccità, malattie, avversità di vario tipo, ecc.) e ciò permette l'evoluzione naturale degli ecosistemi (Cherry, 1998). Conservare e gestire bene la diversità biologica e le risorse genetiche significa, quindi, assicurare che tale variabilità resti disponibile e che abbia la possibilità di evolversi (Piotto B. & Ciccarese L., 1998). Gli alberi sono organismi longevi, allogami che hanno sviluppato vari meccanismi per mantenere alta la variabilità intra-specifica. Questi meccanismi, combinati con i vari tipi di ambiente, hanno contribuito a far sì che, salvo poche eccezioni, gli alberi siano gli organismi viventi a più alta variabilità genetica tra quelli studiati sino ad oggi (Palmberg-Lerche, 1996).

Quanto detto è particolarmente valido quando lo scopo per cui vengono fatti gli impianti forestali sono quello paesaggistico e/o protettivo, vale a dire, quando, in seguito alla messa a dimora, le piante sono generalmente oggetto di poche cure. In questi casi, appare chiaro che, il successo di una piantagione dipende fortemente dal grado di diversità del materiale vivaistico impiegato per la costituzione della stessa.

Ma la straordinaria potenzialità biologica data dalla eterogeneità dei caratteri genetici è talvolta difficile da gestire in vivaio e può correre il rischio di essere ridotta gradualmente dagli stessi operatori.

Le tecniche di propagazione (raccolta, lavorazione, conservazione e pretrattamento dei semi, selezione dei semenzali da commercializzare, ecc.), infatti, se non impiegate adeguatamente, possono contribuire all'erosione genetica. In Italia, anche se c'è generale consapevolezza del problema, non si sono tuttavia diffuse molte tecniche efficaci nel contenimento dell'erosione genetica in vivaio. Sembra perciò opportuno descrivere brevemente il caso di un gruppo di specie che, se allevate con tecniche vivaistiche inadeguate, vanno incontro a rischi di perdita di diversità. Anche se non applicate a livello produttivo in Italia, esistono tecniche per preservare la diversità che, viceversa, hanno largo impiego nei vivai forestali in altri paesi.

Diversità genetica in alberi e arbusti con semi dormienti

Sovente i semi di specie spontanee in ambienti temperato-freddi mostrano fenomeni di dormienza, talvolta profonda, che differiscono tra le specie, tra partite della stessa specie e, nell'ambito della partita, possono variare in relazione alla modalità di conservazione ed al tempo trascorso tra la raccolta e la semina. Si può dire che, entro certi limiti, ogni seme ha una dormienza peculiare, determinata da molti fattori, quali le caratteristiche della pianta madre, la posizione del frutto nell'albero e l'esposizione del medesimo al sole. In natura questa eterogeneità si esprime nella sua pienezza tramite una germinazione generalmente scalare che può protrarsi per periodi piuttosto lunghi, fino a qualche anno (Nikolaeva, 1969). Nella pratica vivaistica, invece, obiettivo primario è oggi la germinazione veloce e simultanea e la produzione di semenzali con caratteristiche omogenee.

Mentre non è ancora tecnicamente possibile intervenire sulle cause della dormienza, in molti casi si possono minimizzare gli effetti indesiderati dalla pratica vivaistica, sia attraverso la scelta di un'adeguata epoca di semina, sia col pretrattamento della semente.

Perdita di diversità genetica in vivaio

La semina autunnale all'aperto consente ai semi di molte specie una naturale e graduale rimozione della dormienza durante il periodo invernale che favorisce la germinazione primaverile. Risultati generalmente migliori si ottengono con le semine primaverili precedute da trattamenti freddo-umidi che provocano, in condizioni controllate, gli stessi cambiamenti fisiologici che i semi subiscono d'inverno durante la loro permanenza nel terreno. Il trattamento viene chiamato "vernalizzazione" o "stratificazione fredda"; consiste nella disposizione a strati dei semi in un substrato soffice e umido, generalmente torba e/o sabbia, mantenuto a temperature inferiori a +6°C. Se, invece, è richiesta una temperatura di +20°C, il trattamento viene chiamato "estivazione" o "stratificazione calda" e viene generalmente applicato a specie che mostrano immaturità degli embrioni. L'estivazione viene di norma seguita dalla vernalizzazione, talvolta in più cicli caldo-freddi che finiscono sempre con la fase fredda. Il trattamento freddo-umido, non complementato da estivazione, è di gran lunga il più impiegato.

I trattamenti, in ambiente controllato, hanno per il vivaista il vantaggio di evitare gli innumerevoli rischi a cui viene esposta la semina autunnale durante il successivo inverno (depredazioni da animali, congelamento, attacchi fungini, ecc.) e consentono perciò una resa quasi sempre superiore in semenzali.

L'esempio seguente può illustrare più efficacemente un caso di perdita di variabilità nella quale la diversità dei caratteri può venire ridotta quando si seminano specie con semi dormienti dopo un periodo di stratificazione più o meno lungo. I semi di *Fraxinus excelsior* mostrano una dormienza molto accentuata che può essere rimossa tramite un pretrattamento costituito da quattro mesi di estivazione seguito da quattro mesi di vernalizzazione (Suszka, 1978). Quando una parte dei semi inizia ad emettere le radichette nel cumulo di stratificazione, il vivaista in genere interrompe il trattamento e procede alla semina senza considerare che soltanto una parte di semi ha rimosso completamente la dormienza, mentre molti altri mantengono una vasta gamma di dormienze residue. In realtà il vivaista non può fare altro che seminare quando inizia la germinazione perché se aspetta troppo tempo corre il rischio di dover manipolare semi pregerminati o plantule estremamente delicate. Pertanto questa prassi favorisce quei semi con fabbisogno di freddo limitato, vale a dire, concede più occasioni di perpetuarsi ai semi con dormienza meno profonda che, al verificarsi di condizioni pedoclimatiche favorevoli, avranno le più alte probabilità di germinare velocemente e di sopravvivere nell'immediato.

Poiché non ci sono sistemi pratici per separare i semi con differenti livelli di dormienza, al momento della semina essi andranno incontro a processi diversificati in relazione alle condizioni che troveranno in campo. Se, ad esempio, nel periodo successivo alla semina la temperatura del terreno sarà ottimale, soltanto i semi non più dormienti inizieranno immediatamente il processo germinativo, o completeranno la germinazione già iniziata nel cumulo di stratificazione, mentre i semi più esigenti in caldo+freddo rimarranno "fermi" nel terreno, presumibilmente fino alla primavera successiva quando l'estivazione/vernalizzazione naturale avrà rimosso le dormienze residue. Di solito il vivaista non "aspetta" i ritardatari, sicché, finita la stagione vegetativa, le piante sono estirpate o utilizzate per dar luogo ad un altro ciclo produttivo, mentre i semi vitali rimasti nel terreno si perdono inevitabilmente.

Quanto detto serve a evidenziare che alcune pratiche, seppure necessarie a rendere razionali le attività vivaistiche, provocano una selezione sistematica di semi con determinate caratteristiche. Il ripetersi di tali azioni può fare ragionevolmente ipotizzare che il materiale vivaistico così prodotto tenderà a mostrare una migliore adattabilità alle condizioni più calde dell'areale di distribuzione della specie, mentre si perderebbero nel tempo i caratteri di resistenza al freddo.

Tecniche per preservare la diversità genetica in alberi e arbusti con semi dormienti

La consapevolezza dell'importanza della variabilità genetica e dei rischi del suo impoverimento attraverso la pressione selettiva esercitata in senso opposto da alcune pratiche vivaistiche ha evidenziato la necessità

di studiare tecniche semplici in grado di rimuovere la dormienza senza incidere sulla sua eterogeneità.

Per evitare gli effetti selettivi della vernalizzazione tradizionale sui semi di faggio, Suszka (1979) ha sviluppato una nuova tecnica basata sull'azione del freddo sulle faggiole parzialmente imbibite, senza impiego di alcun substrato di stratificazione (stratificazione di seme nudo). Il contenuto di umidità controllato (30/34%) permette lo svolgersi dei processi fisiologici che culminano con la rimozione della dormienza, ma non è sufficiente a consentire la germinazione. Sfruttando questo fenomeno e allungando il trattamento oltre la normale durata, si può avere la quasi certezza di soddisfare i fabbisogni della totalità dei semi sottoposti a trattamento.

Il metodo di rimozione della dormienza tramite l'idratazione controllata del seme è stato successivamente applicato con ottimi risultati ad altre latifoglie quali *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior* e *Acer pseudoplatanus*. L'elenco è destinato ad arricchirsi in tempi brevi perché la tecnica non solo garantisce l'espressione genetica della totalità del materiale pretrattato ma, dal punto di vista pratico, agevola notevolmente le operazioni di vivaio e migliora la qualità dei semenzali prodotti.

Per quanto semplice ed efficace, il metodo necessita di un supporto tecnologico adeguato che non tutti i vivaisti dispongono (Suszka *et al.*, 1994). Si devono, infatti, rispettare alcune procedure che richiedono attrezzature adeguate e professionalità degli operatori. In considerazione dell'accuratezza della metodologia, in Danimarca, Francia, Gran Bretagna e Polonia i pretrattamenti vengono condotti su media e larga scala in stabilimenti statali per la lavorazione della semente con il supporto tecnico di istituti di ricerca.

Negli Stati Uniti, Canada, Gran Bretagna e nei Paesi Scandinavi sono stati messi a punto metodi analoghi per un buon numero di Gimnosperme (*Abies amabilis*, *A. grandis*, *A. lasiocarpa*, *A. procera*, *Chamaecyparis nootkatensis*, *Larix japonica*, *L. occidentalis*, *Picea glauca*, *P. sitchensis*, *P. lutzii*, *Pinus contorta*, *P. monticola*, *P. ponderosa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga mertensiana* e *T. heterophylla*).

La stratificazione dei semi con contenuto di umidità controllato non è solo uno strumento valido per evitare l'erosione genetica legata alla eterogeneità della dormienza nei semi di alberi e arbusti, ma offre vantaggi nella pratica vivaistica. La tecnica, infatti, evita la germinazione prematura durante la stratificazione e permette una facile manipolazione dei semi che, non essendo completamente imbibiti, scorrono facilmente e consentono la semina meccanica. Oggi il metodo, con numerose varianti quali l'essiccazione del seme pretrattato per consentire la lunga conservazione di materiale non dormiente (Piotto, 1997), è applicato prevalentemente a semi di specie pregiate destinate alla produzione legnosa, tuttavia, l'uso crescente di materiale vivaistico di altre specie utilizzate per molteplici finalità impone la necessità di preservare la variabilità potenziale in tutte le specie propagate in vivaio.

Un altro esempio di tecnica vivaistica utile a rimuovere la dormienza dei semi senza incidere sulla eterogeneità genetica è il trattamento di scarificazione meccanica sui semi di leguminose arboree. In questo contesto, una parte dello *stage* è stato orientato all'analisi dei dati e dei risultati ottenuti con l'applicazione di tecniche di scarificazione meccanica su semi di laburno (*Laburnum anagyroides* L.).

La scarificazione dei semi di leguminose, noti per la durezza ed impermeabilità dei loro tegumenti, viene eseguita con metodi chimici (acidi) o fisici (acqua bollente) per ottimizzare l'entità e la velocità della germinazione. Poiché, tuttavia, esiste una notevole variabilità della durezza dei tegumenti, gli acidi o l'acqua bollente intaccano le vestiture seminali in modo differenziato, arrivando a danneggiare l'embrione. In questo modo si esercita una selezione a favore dei genotipi con semi molto duri. La scarificazione meccanica, invece, agisce con la stessa intensità sui tegumenti seminali di tutti i semi, indipendentemente dalla loro durezza, consentendo a ognuno di essi di esprimere la propria potenzialità genetica.

I benefici della scarificazione meccanica nella conservazione della variabilità dei caratteri genetici sono stati dimostrati in alcune leguminose, quali *Acacia farnesiana* e *Prosopis cineraria* (Lauridsen e Stubsgaard, 1987) e *Ceratonia siliqua* (Piotto e Piccini, 1996). Per queste tre specie è stata dimostrata, inoltre, la possibilità di conservare, per periodi relativamente lunghi, il seme già trattato.

Nell'esperimento condotto su laburno, i semi, scarificati e no, sono stati conservati per 0,6 e 18 mesi a +3°C o a -3°C, in barattoli a chiusura ermetica oppure sottovuoto. I ventiquattro trattamenti sperimentali risultanti dalla combinazione dei quattro fattori studiati (scarificazione, tempo di conservazione, temperatura

di conservazione e tipo di contenitore) sono stati sottoposti ad analisi statistica multifattoriale (Statgraphics, 1992).

I semi scarificati, conservati per 0,6 e 18 mesi, hanno mostrato i processi germinativi più rapidi e completi (**Tab. 1, Fig. 1**). Inoltre, è stata dimostrata la possibilità di immagazzinare il seme scarificato per periodi piuttosto lunghi, perché, dopo diciotto mesi, non sono state osservate perdite della facoltà germinativa (**Tab. 1-2, Fig.2**).

Considerando indipendentemente l'effetto di ciascun fattore sulla germinazione, nessuna influenza è stata esercitata dalla durata della conservazione né dal tipo di contenitore impiegato, mentre la scarificazione ha esercitato un effetto positivo notevole sull'entità e la velocità della germinazione. Per quanto riguarda la temperatura di conservazione, i risultati migliori sono stati raggiunti a -3°C (**Tab. 3**).

Questi risultati rispondono all'esigenza dei vivaisti, interessati all'ottenimento di germinazioni veloci e contemporanee, preservando allo stesso tempo l'eterogeneità dei caratteri genetici contenuti nella semente. La tecnica di scarificazione meccanica, moderna ma di semplice attuazione, appare applicabile anche in Paesi in via di sviluppo dove frequenti sono i processi di desertificazione e largo è l'uso di leguminose nella forestazione. Inoltre, l'acquisizione dell'attrezzatura necessaria per il trattamento (uno scarificatore, azionato a mano o elettricamente) e per la conservazione dei semi pretrattati (un normale frigorifero) non è particolarmente costosa. Si può anche ipotizzare l'esecuzione della scarificazione in un vivaio più attrezzato che provveda successivamente alla distribuzione verso i punti di produzione vivaistica più decentrati.

Bibliografia

- Cherry M.L., 1998 – Genetic implications of climate change. In: Colombo S.J. & Buse L. (eds.), The impacts of climate change. Forest Research Information Paper No. 143, Ministry of Natural Resources, Ontario, Canada: 23-26.
- Ciccarese L. & Mariano A., 1999 – Controllo, certificazione del materiale forestale di propagazione e biodiversità. Sherwood (accettato per la stampa).
- Ciccarese L., Pettenella D. & Gaudioso D., 1999 – Il protocollo di Kyoto e le risorse forestali: implicazioni tecniche e politiche in campo nazionale e internazionale. Sherwood 1: 25-29.
- Confalonieri M. & Bisoffi S., 1999 – Pioppi transgenici. Sherwood 41: 43-33.
- EFICS, 1997. European Forestry Information and Communication System (1997). Study on European forestry information and communication system. Reports on forestry inventory and survey systems. 2 vols. Office for Official publications of the European Communities, Luxembourg.
- Lauridsen E.B. & Stubsgaard F., 1987 – Longevity of hardcoated seed after scarification. Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Technical note 32: 3.
- Mikkelsen T.R., Andersen B. & Bagger Jorgensen R., 1996 – The risk of crop transgene spread. Nature 380: 31-32.
- Nikolaeva M.G., 1969 – Physiology of deep dormancy in seeds. Israel Programme of Scientific Translations, Jerusalem. 122 p.
- Onstad D. & Gould F., 1998 – Do dynamics of crop maturation and herbivorous insect life cycle influence the risk of adaptation to toxins in transgenic host plants? Environmental Entomology 27: 517-522.
- Palmberg-Lerche C., 1996 – Conservazione della diversità biologica e delle risorse genetiche forestali. Sherwood 16: 29-33.
- Piotto B. & Ciccarese L., 1998 – Linking biodiversity, desertification and climate change through correct nursery techniques. Presentato al 12th Session of the Global Biodiversity Forum "Linking the biodiversity and desertification agendas", Dakar 4-6 dicembre 1998.

- Piotto B., 1997 – Storage of non-dormant seeds of *Fraxinus angustifolia* Vahl. *New Forests* 14: 157-166.
- Piotto B., Piccini C., 1996 – Storage of scarified carob seeds: influence of container, temperature and duration on seed quality. *Fruit* 51: 261-267.
- Statgraphics, 1992 – Multifactor analysis of variance. In: version 6 reference manual. Rockville Maryland, USA.
- Suszka B., 1978 – Seed studies on bird-cherry, beech, oak, ash and maple. Proceedings. Symposium on establishment and treatment of high quality hardwood forests in the temperate climatic region. Nancy-Champenoux. pp. 58-59.
- Suszka B., 1979 – Seedling emergence of beech (*Fagus silvatica*) seeds pretreated by chilling without medium at a controlled hydration level. *Arboretum Kornickie* 24: 111-135.
- Suszka B., Muller C. & Bonnet-Masimbert, 1994 – Graines des feuillus forestiers, de la récolte au semis. INRA Editions, Paris. 295 p.
- Tiede J.M., Colwell R.K., Grossman Y.L., Hodson R.E. Kanski R., Mack R.N. & Regal P.J., 1989 – The planned introduction of genetically engineered organisms: ecological considerations and recommendations. *Ecology* 70: 298-315.
- Wang G., Castiglione S., Chen I., Li L., Han Y., Tian Y., Gabriel D.W., Mang K. & Sala F., 1996 – Poplar (*Populus nigra* L.) plants transformed with a *Bacillus Thuringiensis* toxin gene: insecticidal activity and genome analysis. *Transgenic Research* 5: 1-13.

TABELLA 1. - Influenza della scarificazione, del contenitore, della temperatura e del tempo di conservazione su semi di *Laburnum anagyroides*.

Scarificazione	Tipo di contenitore	Tipo di conservazione	Tempo di conservazione	Medie di facoltà germinativa (%)	Tempo medio di germinazione	Valore di germinazione
Seme scarificato	Ermetico	+3°C	0 mesi	91,3	3,99	132,2
			6 mesi	87,0	3,80	132,6
			18 mesi	87,0	5,124	112,9
		-3°C	0 mesi	91,3	3,99	132,2
			6 mesi	95,0	4,01	133,9
			18 mesi	87,7	5,26	109,1
	Sottovuoto	+3°C	0 mesi	91,3	3,99	132,2
			6 mesi	90,3	5,08	106,3
			18 mesi	84,0	5,10	109,5
		-3°C	0 mesi	91,3	3,99	132,2
			6 mesi	89,3	4,02	120,6
			18 mesi	93,7	5,13	124,6
Seme non scarificato	Ermetico	+3°C	0 mesi	42,3	16,0	5,7
			6 mesi	39,0	10,7	7,0
			18 mesi	46,3	12,2	8,5
		-3°C	0 mesi	42,3	16,0	5,7
			6 mesi	54,0	12,6	12,0
			18 mesi	59,0	12,6	13,4
	Sottovuoto	+3°C	0 mesi	42,3	16,0	5,7
			6 mesi	43,0	12,1	7,9
			18 mesi	43,3	12,5	7,2
		-3°C	0 mesi	42,3	16,0	5,7
			6 mesi	57,0	12,1	12,3
			18 mesi	59,3	12,6	14,0

TABELLA 2. - Influenza della scarificazione (A), del tipo di contenitore (B), della temperatura (C) e del tempo di conservazione (D) sulla percentuale di germinazione, nei semi di *Laburnum anagyroides*.

Fattori	Percentuale di germinazione
Fattore A: <i>scarificazione</i>	
Semi scarificati (s)	89,9 b
Semi non scarificati (ns)	47,5 a
Fattore B: <i>tipo di contenitore</i>	
ermetico	68,5 a
sottovuoto	68,9 a
Fattore C: <i>temp. di conservazione</i>	
+3°C	65,6 a
-3°C	71,9 b
Fattore D: <i>durata della conservazione</i>	
0 mesi	66,8 a
6 mesi	69,3 a
12 mesi	70,0 a
Interazione: <i>AxB</i>	
s/0 mesi	91,3 c
s/6 mesi	90,4 c
a/12 mesi	88,1 c
ns/0 mesi	42,3 a
ns/6 mesi	48,3 a
ns/12 mesi	52,0 b

FIGURA 1. Semi di *Laburnum anagyroides*: effetto della scarificazione sulla germinabilità.

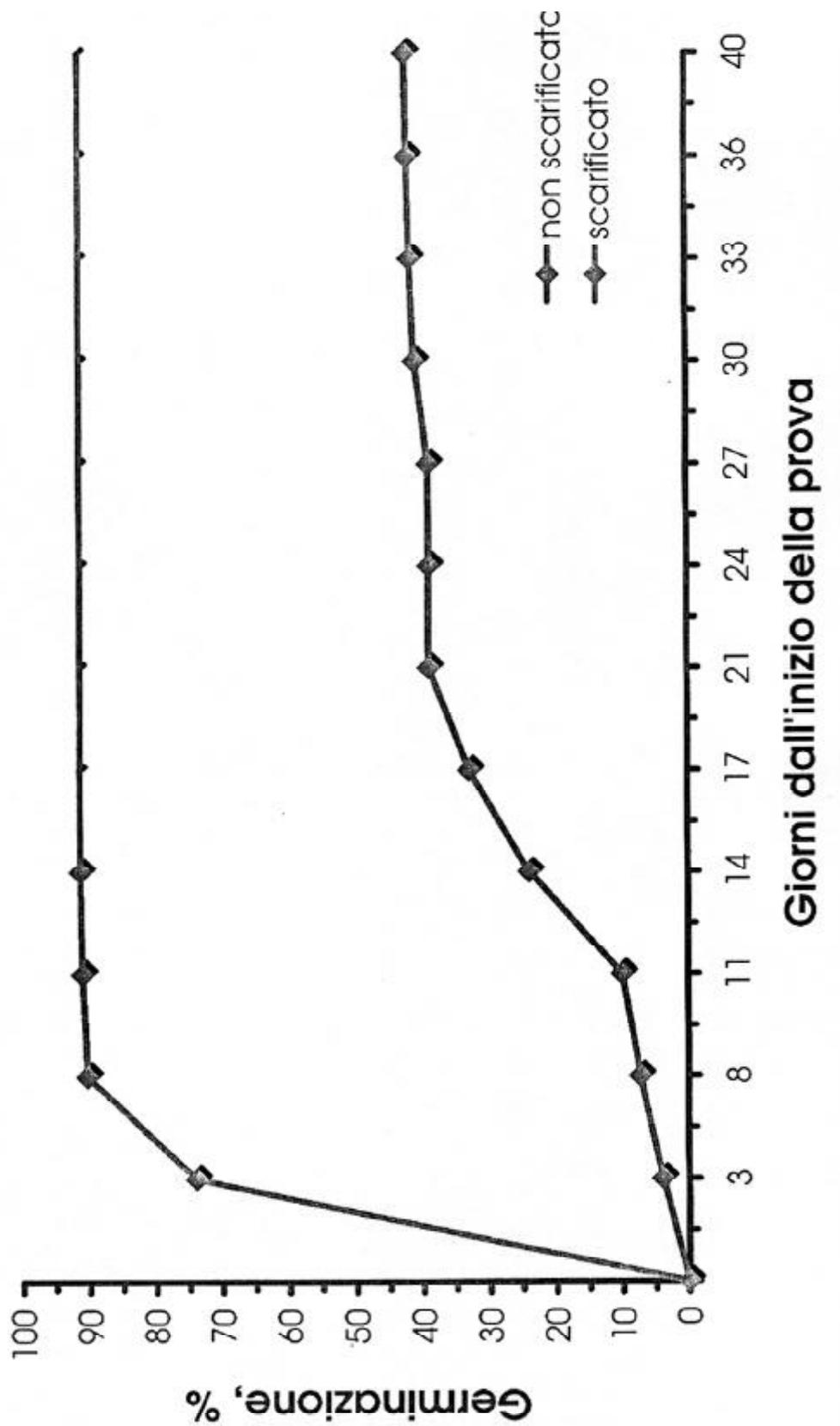


FIGURA 2. Effetto della scarificazione e del tempo di conservazione sulla percentuale di germinazione di semi di *Laburnum anagyroides*: Le barre verticali indicano \pm l'errore standard.

