

ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA SELVICOLTURA  
AREZZO



# Linee guida per il reperimento e l'impiego dei materiali forestali di base

Per l'applicazione della direttiva europea 1999/105/CE

PROGRAMMA FINALIZZATO MIPAF • RISELVITALIA 1.1  
"BIODIVERSITÀ E PRODUZIONE DI MATERIALE FORESTALE DI PROPAGAZIONE"

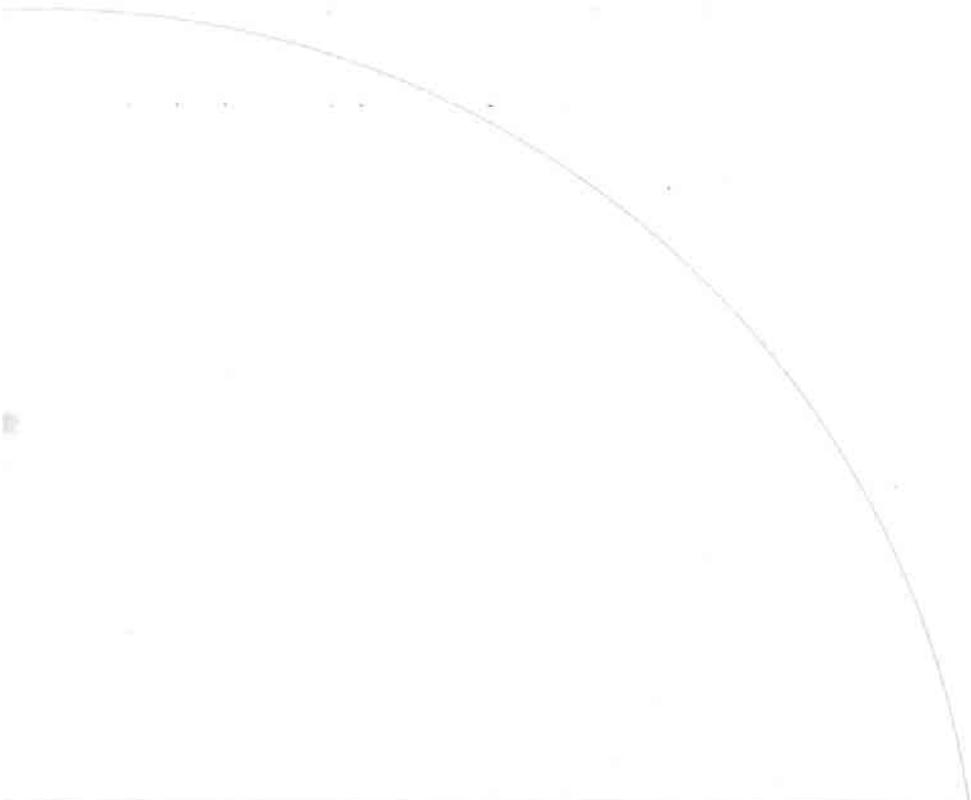
a cura di **Fulvio Ducci**





**Linee guida** per il reperimento  
e l'impiego dei materiali forestali di base  
per l'applicazione della direttiva europea 105/1999/CE

a cura di FULVIO DUCCI



## **Coordinamento scientifico**

FULVIO DUCCI

## **Comitato di Revisione**

FULVIO DUCCI, PIERO BELLETTI, ANDREA TANI

## **Autori**

PIERO BELLETTI, STEFANO BISOFFI, ANNA DE ROGATIS, FULVIO DUCCI,  
ELISABETTA FALLERI, FABIO GORIAN, ALBERTO MALTONI, BARBARA MARIOTTI,  
IGNAZIO MONTELEONE, CHRISTEL PALMBERG-LERCHE, GIUSEPPE PIGNATTI,  
BETI PIOTTO, ROBERTA PROIETTI, ILSE STROHSCHNEIDER, ANDREA TANI, ALBERTO VERACINI



## **Editore**

ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA SELVICOLTURA - AREZZO



## **Coordinamento editoriale**

PAOLO MORI - COMPAGNIA DELLE FORESTE - AREZZO  
SILVIA BRUSCHINI - COMPAGNIA DELLE FORESTE - AREZZO



**Progetto grafico ed impaginazione** ECOALLECO S.R.L. - AREZZO

## **Per avere informazioni sulla distribuzione gratuita del volume e le modalità d'invio contattare via fax, e-mail o posta\***

ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA SELVICOLTURA - AREZZO

SEZ. ECOLOGIA E PROTEZIONE DELLA NATURA

VIALE S. MARGHERITA, 80

52100 AREZZO

TEL. 0575.353021

FAX 0575.353490

E-MAIL [issar@ats.it](mailto:issar@ats.it)

\* Vista la tiratura limitata del volume, la distribuzione privilegerà la richiesta di Istituti ed Enti pubblici.

# Indice

<b>Presentazioni</b> .....	5	4.3 Requisiti minimi dei materiali "qualificati" - Allegato IV della Direttiva 1999/105/CE	
<b>1 Introduzione e scopi della guida</b>		DUCCI, PROIETTI.....	48
DUCCI, TANI.....	11	4.4 Requisiti minimi dei materiali "controllati" - Allegato V della Direttiva 1999/105/CE	
<b>2 La diversità nei materiali forestali di base</b> .....	13	DUCCI.....	52
2.1 La diversità naturale		4.5 Materiale di base che è possibile includere nelle categorie "qualificati" e "controllati"- Approfondimento.....	55
TANI, PIGNATTI.....	13	4.5.1 Arboreti da seme	
2.1.1 Analisi delle popolazioni: principali elementi e parametri genetici		TANI, MALTONI.....	55
BELLETTI, DUCCI.....	17	4.5.2 Piante parentali	
2.1.2 Conservazione delle risorse genetiche forestali		MALTONI, TANI.....	57
DUCCI.....	23	4.5.3 Materiale clonale.....	60
2.1.2.1 <i>Conservazione dinamica in situ</i>		4.5.3.1 <i>Aspetti generali</i>	
PALMBERG-LERCHE.....	25	DUCCI, DE ROGATIS.....	60
2.1.2.2 <i>Conservazione ex situ</i>		4.5.3.2 <i>Cloni</i>	
DE ROGATIS, DUCCI, PROIETTI.....	29	BISOFFI.....	62
2.1.2.3 <i>Garanzie per la gestione dei materiali di base - I disciplinari di gestione</i>		4.5.3.3 <i>Miscugli di cloni</i>	
DUCCI.....	33	BISOFFI.....	64
<b>3 La selezione</b>		4.5.4 Organismi geneticamente modificati (OGM)	
TANI, MALTONI.....	37	DE ROGATIS.....	70
<b>4 Tipi di materiali di base e categorie commerciali</b>		4.6 Impiego delle categorie commerciali in attività selvicolturali e di arboricoltura da legno	
DUCCI, GORIAN, TANI.....	41	MARIOTTI, TANI.....	74
4.1 Requisiti minimi dei materiali "identificati alla fonte" - Allegato II della Direttiva 1999/105/CE		<b>5 Definizione delle regioni di provenienza</b> .....	77
DUCCI.....	45	5.1 Criteri generali	
4.2 Requisiti minimi dei materiali "selezionati" - Allegato III della Direttiva 1999/105/CE		DUCCI.....	77
DUCCI, PROIETTI.....	46	5.1.1 Parametri fisici	
		PIGNATTI, DUCCI.....	84
		5.1.2 Parametri genetici	
		BELLETTI, MONTELEONE, DUCCI, PROIETTI.....	87

5.1.3. Un esempio sulla delimitazione di regioni di provenienza quando si disponga anche di informazione genetica DUCCI, PIGNATTI.....	90	6.4 Parametri di valutazione della qualità di strobili e semi PIOTTO, FALLERI.....	102
<b>6 La raccolta del seme e le procedure di registrazione.....</b>	<b>93</b>	<b>7 La registrazione dei materiali di base.....</b>	<b>105</b>
6.1 La raccolta: generalità GORIAN.....	93	7.1 Database Europeo - Sistemi comuni di registrazione e di codificazione dei materiali di base forestali nazionali STROHSCHNEIDER.....	105
6.2 Organizzazione GORIAN.....	96	7.2 Procedure per iscrivere materiali forestali di base alle diverse categorie DUCCI.....	110
6.3 L'identità dei materiali di propagazione.....	98	<b>Bibliografia.....</b>	<b>119</b>
6.3.1 Strumenti di identificazione DUCCI.....	98		
6.3.2 I registri di carico e scarico VERACINI.....	99		



Le attività di ricerca e sperimentazione volte ad inventariare, selezionare e conservare i materiali forestali di base, hanno caratterizzato la storia dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo a partire dalla sua nascita nel 1922, grazie al Prof. ALDO PAVARI.

Questa tradizione si è trasformata in un compito istituzionale con la legge nazionale 269/73, che ha visto l'Istituto impegnato direttamente nella scelta dei boschi da seme e nella pubblicazione del Libro Nazionale dei Boschi da Seme.

Le "Linee guida per il reperimento e l'impiego di materiali forestali di base" rappresentano quindi la continuità del lavoro portato avanti con passione in questi 30 anni dal Prof. RICCARDO MORANDINI, dallo scrivente e dai ricercatori della Sezione Ecologia e Protezione della Natura dell'ISSA.

L'importanza della Direttiva Europea 1999/105/CE, che si coglie bene anche leggendo questa guida, ha stimolato il confronto tra alcune Istituzioni (Istituti di Ricerca, Università, Regioni, MiPAF) in vista del suo recepimento e della sua applicazione.

La volontà comune di impegnarsi, a diversi livelli, nel settore del vivaismo forestale, nasce dalla presa di coscienza della sua importanza nella tutela e nella gestione della biodiversità forestale. Conoscere l'origine e le caratteristiche genetiche del materiale di base è, infatti, necessario per proteggere le risorse genetiche oggi presenti nel territorio nazionale e, contemporaneamente, garantire la qualità del materiale prodotto.

L'auspicio è che il lavoro possa aiutare a rendere ancora più funzionale la filiera vivaistica e che, quindi, favorisca la sostenibilità ecologica ed economica degli ecosistemi naturali e di quelli artificiali.





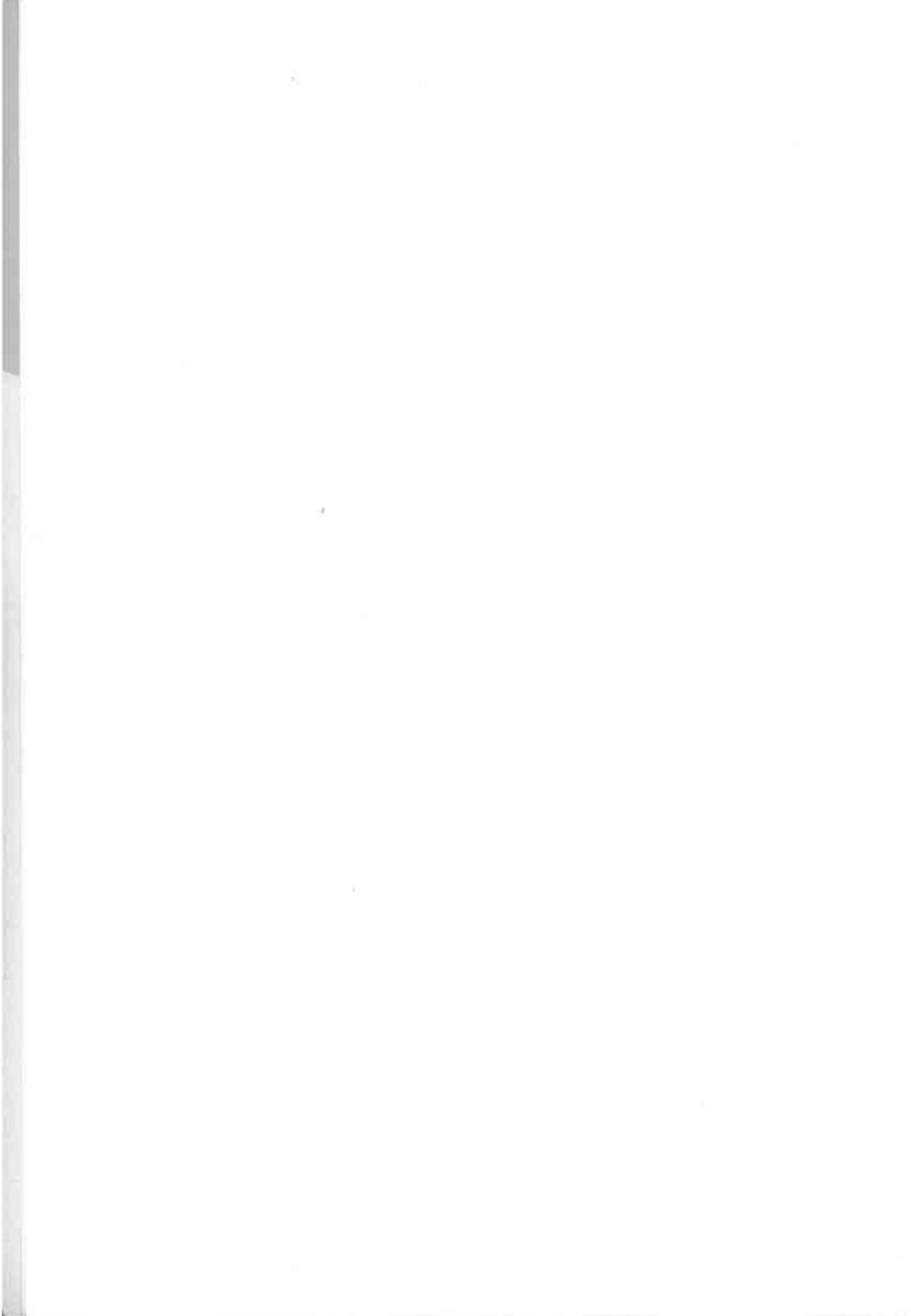
DIRETTORE EMERITO ISTITUTO SPERIMENTALE  
PER LA SELVICOLTURA - AREZZO

Attorno agli anni '50 la Stazione Sperimentale di Selvicoltura, oggi Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, iniziava, su incarico della Direzione Generale delle Foreste, la selezione dei popolamenti da seme di conifere, che veniva poi estesa gradualmente alle principali latifoglie: nel '60 il lavoro era già a buon punto e la provenienza dei semi forniti dall'Essiccatoio statale di Cavalese, allora l'unico in Italia, era certificata su solide basi.

Dal 1961 in sede CEE e dal 1963 dall'OCSE, cominciava l'elaborazione delle direttive internazionali in materia, che con la intensa collaborazione degli esperti italiani portava alla Direttiva 404/66 CEE e qualche anno dopo (1969) all'analoga regolamentazione OCSE. Anche in Italia erano pronte le basi scientifiche e tecniche per l'applicazione pratica delle normative internazionali, ma solo nel 1973 si arrivava all'emanazione della legge 269 e delle relative circolari applicative, che però per lungo tempo restavano largamente disattese, salvo poche eccezioni.

Da qualche anno finalmente anche i forestali italiani cominciano a convincersi che, come in tutti i campi della biologia, anche per le piante forestali la genetica non è solo teoria, ma deve essere la base della selvicoltura razionale, dei boschi e delle piantagioni.

Chi per cinquant'anni si è occupato con passione di questi problemi, in sede nazionale ed internazionale, non può che rallegrarsi vivamente con chi ha promosso e realizzato questo manuale, che sarà certamente utile guida ai nostri forestali ed a chi si occupa di protezione dell'ambiente.



## Prof. Massimo Bianchi

DIRETTORE ISTITUTO SPERIMENTALE  
PER L'ASSESTAMENTO FORESTALE  
E L'ALPICOLTURA - TRENTO



Coordinatore  
generale del  
Progetto finalizzato  
MiPAF  
"RISELVITALIA"

Trovo confortante che un quadro europeo di regole vada lentamente stabilendosi e che orienti in maniera progressivamente crescente la nostra vita quotidiana. In particolare mi pare indubitabilmente positivo che questo avvenga nel settore forestale, che per lungo tempo non ha costituito una delle priorità dei nostri legislatori comunitari (si pensi alla mancanza di una Politica Forestale Comunitaria equivalente alla Politica Agricola Comunitaria) e ancora oggi vede competenze frammentate fra le Direzioni generali dell'agricoltura e dell'ambiente.

So' che qualcuno percepisce un'evoluzione di questo genere come un'intromissione indebita se non addirittura come una minaccia ma credo che si sbagli: un quadro sovranazionale serve a dare ordine e regole chiare per tutti e a raggiungere in maniera più efficace obiettivi di rilevanza comune. Non credo che gli organismi nazionali o locali abbiano lesa la propria libertà e autonomia dalla determinazione di un quadro di indirizzi uniforme: le regole della partita sono fissate e da quel momento in poi spetta alle squadre mettere in mostra il gioco migliore.

Dobbiamo ammettere che in alcuni paesi la materia della moltiplicazione è organizzata in modo piuttosto confuso e in Italia non facciamo eccezione. La gestione del vivaismo forestale nei decenni passati ha generato frammentazione e sovrapproduzioni e adesso ci si trova con costi di produzione elevati e con problemi di efficienza gestionale. Se il settore non riesce a recuperare rapidamente la sua competitività le prospettive non saranno allegre per molti.

Va anche osservato che da noi il problema della gestione delle risorse genetiche forestali qualche volta è stato usato a fini diversi da quelli esclusivamente tecnici, a difesa di interessi che avevano poco a che vedere con la moltiplicazione o con la difesa della bio-

diversità. Per fortuna questi tempi sembrano passati. Affrontare il problema nel quadro di un nuovo sistema europeo di regole significa darsi un'organizzazione efficiente a livello nazionale sotto tutti gli aspetti: la produzione, la gestione, la commercializzazione, la messa a dimora del materiale e così via. L'impegno investe le amministrazioni pubbliche e i tecnici ma riguarda non secondariamente anche la ricerca.

In Italia varie Regioni si sono collegate spontaneamente e questo centro di interesse costituisce da alcuni anni un traino per la riorganizzazione di tutto il settore e per una migliore programmazione dell'attività di ricerca. Considero molto positivo che il presente manuale materializzi lo sforzo fatto da vari ricercatori, durante un periodo di lavoro non breve, allo scopo di fornire una possibile soluzione a problemi pressanti di varie amministrazioni pubbliche. Ricordo bene le lunghe consultazioni avvenute nel 1999 fra Ministero delle politiche agricole e forestali, Regioni e Ricercatori per concordare le priorità della ricerca nazionale "orientata alla soluzione dei problemi" nel nostro settore: il tema della moltiplicazione forestale fu riconosciuto quello di interesse maggiormente condiviso e sulla ricerca in questo campo si concentrarono, negli anni successivi, finanziamenti non irrilevanti.

Spesso si sente rimproverare la ricerca di astrattezza e estemporaneità e mi sembra proprio che questo manuale sia invece un esempio encomiabile di concretezza, lungimiranza e tenacia. È un vero peccato che in alcuni ambienti accademici gli sforzi indirizzati nella ricerca applicata non siano ritenuti di rango confrontabile alla ricerca di base.

FULVIO DUCCI<sup>(1)</sup>  
ANDREA TANI

Esperti dei vari paesi europei, dopo un lungo lavoro di confronto e di preparazione, durato quasi un decennio, sono pervenuti alla redazione della **Direttiva europea 1999/105/CE del 22 dicembre 1999, relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione** (Consiglio dell'Unione Europea 2000) e dei Regolamenti n. 1597/2002 e n. 1598/2002 del 6 settembre 2002, n. 1602/2002 del 9 settembre 2002 ne dovranno consentire l'attuazione secondo i principi ispiratori (Commissione delle Comunità Europee 2002a, 2002b, 2002c).

Questa nuova Direttiva sostituisce, dall'1 gennaio 2003<sup>(2)</sup>, la 66/404/CEE, su cui erano basate le vecchie normative nazionali. Nel nostro Paese sostituisce la legge n. 269 del 22 maggio 1973 e le sue successive modificazioni e integrazioni (MORANDINI e MAGINI 1975).

Da tempo era atteso, non solo in Italia, un "aggiustamento" della legislazione nazionale riguardante la **vivaistica forestale**<sup>(3)</sup> (DUCCI 1989, 1994, 1999a; DUCCI *et al.* 1995) e la nuova direttiva rappresenta l'occasione adatta per realizzare questo scopo. C'è, infatti, necessità di una ristrutturazione della vivaistica

forestale nazionale secondo i nuovi ordinamenti amministrativi, in maniera che ciascuna amministrazione regionale abbia possibilità di organizzarsi con autonomia, ma nello stesso tempo non perda di vista i principi di base, tecnici e scientifici, legati ad una visione d'insieme della vivaistica forestale nazionale. I regolamenti regionali e nazionale dovranno, a loro volta, essere integrati ed inseriti nel contesto europeo. Non siamo soli in questo sforzo: altri Paesi hanno già provveduto a riorganizzare il settore o stanno per accingersi a farlo. Appare ormai affermato, e generalmente accettato, il concetto per il quale vivaistica forestale e gestione delle risorse genetiche forestali debbano essere fortemente integrate (BEHM *et al.* 1997, TEISSIER DU CROS 2001). Dietro la spinta di convenzioni internazionali, come quelle di Rio de Janeiro del 1992 e Kyoto del 1997, si va riconoscendo al vivaismo forestale un ruolo importante per la tutela e la gestione della biodiversità forestale. Tutela che, dunque non va perseguita solamente all'interno di aree protette, ma anche all'esterno di queste, usando la vivaistica come strumento necessario ed utile a migliorare la sostenibilità ecologica ed economica degli ecosistemi, costituiti tramite rinnovazione artificiale.

La vivaistica forestale, se ben supportata dalla ricerca e dalla sperimentazione può avere inoltre, importanti ricadute sugli aspetti sociali ed economici connessi al settore.

Se si considera che la superficie interessata da piantagioni con specie forestali realizzate dal 1994 al 2000, grazie soprattutto alla Direttiva CEE 2080/92, ammonta a circa 104.000 ha (COLLETTI 2001), è possibile stimare il giro di

(1) Coordinatore Sottoprogetto Rivaltaia 1.1 Biodiversità e Produzione di materiali forestali di propagazione.

(2) Al nostro Paese è stata concessa una proroga di 7 mesi.

(3) Con questo termine si intendono non solo le attività tecniche di mera produzione di piantine forestali, ma anche tutte quelle di ricerca e sperimentazione dedicate all'inventario, catalogazione, caratterizzazione, conservazione e selezione di materiali di base destinati all'approvvigionamento di materiali forestali di propagazione. Questo concetto, già stabilito dalla legge 269/73 e successivi perfezionamenti, è oggi ribadito dalla Direttiva europea 1999/105/CE e dallo schema internazionale proposto dall'OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) "Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade" (2000).

affari che ha interessato la vivaistica in questi anni. Per il solo acquisto delle piantine, per un valore unitario medio di 0,77 Euro ed una densità media iniziale di circa 600 piante ad ettaro, si può stimare un volume di affari pari a circa 50.000.000 Euro. Considerando inoltre che, a questo contributo iniziale seguono altri contributi ad esempio per cure colturali e per compensare i mancati redditi delle coltivazioni agricole, per i successivi 20-25 anni, si può immaginare l'importanza assunta dalla vivaistica forestale. Per questo è necessario rendere più efficiente la filiera vivaistica attraverso una regolamentazione integrata a vari livelli (europeo, nazionale e regionale) che tenga in debito conto gli aspetti economico-commerciali ma, soprattutto, quelli legati alla tutela degli ambienti forestali. La conservazione della biodiversità deve essere considerata prioritaria in quanto strumento fondamentale per tentare di limitare gli effetti, sui paesaggi forestali, dovuti ai cambiamenti ambientali (*global change*, *global warming*) che, negli ultimi anni, costituiscono una fonte di preoccupazione crescente a livello planetario (ALPI 1994).

Queste **Linee Guida** nascono dal contributo di

istituzioni di ricerca e di persone che da anni si dedicano alla vivaistica forestale e che credono sia necessario costruire solide basi alle attività future.

Le Linee Guida non prendono in esame l'applicazione di tutta la Direttiva 1999/105/CE, ma focalizzano l'attenzione sul **reperimento**, la **catalogazione** e la **gestione dei materiali di base**, proprio perché questi costituiscono il punto di partenza fondamentale **per avere una migliore gestione della biodiversità, per contribuire alla protezione delle risorse genetiche nazionali e ottenere così una miglior qualità del materiale prodotto**. Questo lavoro si propone quindi di essere un valido riferimento tecnico e scientifico per funzionari, vivaisti, tecnici forestali, che devono applicare, far applicare e confrontarsi frequentemente con le normative europee e nazionali a queste conformate.

Saranno quindi analizzati, nei diversi capitoli in cui esso si suddivide, i **criteri di base** che hanno portato alla Direttiva nonché gli **elementi tecnici e scientifici** per l'applicazione della stessa.

## 2.1 La diversità naturale

ANDREA TANI  
GIUSEPPE PIGNATTI

La **biodiversità** o **diversità biologica** riguarda l'insieme degli esseri viventi nella loro globalità. Come definizione convenzionalmente accettata si riporta quella scaturita dalla Conferenza delle Nazioni Unite che si è tenuta a Rio de Janeiro nel 1992, definita (art. 2 della Convenzione sulla biodiversità) "...*variabilità esistente tra tutti gli organismi viventi, di ogni origine e natura, includendo tra gli altri, gli ecosistemi marini, acquatici e terrestri ed i complessi ecologici di cui fanno parte...*".

Anche nel caso ci si rivolga esclusivamente all'ambiente forestale, la biodiversità può essere rilevata, e quindi studiata, a vari livelli, tra i quali i più salienti risultano essere: diversità degli **eco-complessi** (paesaggi), diversità degli **ecosistemi**, diversità delle specie e, infine, diversità genetica.

Le piante forestali sono sicuramente gli organismi viventi a più elevata diversità e le motivazioni di ciò vanno ricercate soprattutto nel fatto che si tratta, sovente, di individui molto **longevi**, a stragrande maggioranza **allogami** e caratterizzati in genere da un elevato grado di **eterozigosi**. Inoltre, l'impatto antropico sulle piante forestali è tuttora modesto, basti pensare che sul totale delle specie arboree solo 40 sono quelle che hanno un interesse nella coltivazione.

Lo sviluppo della biodiversità viene, in primo luogo, promosso dall'**insieme dei fattori evolutivi**: migrazione, isolamento, mutazioni, selezione e deriva genetica. Il temperamento delle specie e, soprattutto, l'estrema variabilità

degli ambienti naturali contribuiscono ulteriormente ad incrementare il suo livello.

Meritano di essere segnalate, infine, le **influenze esterne occasionali** come: lievi alterazioni subite da un ecosistema (ad esempio lo sradicamento o la morte in piedi di una vecchia pianta o di un piccolo gruppo di piante) e l'effetto di interventi selvicolturali, in particolare modo quelli che mirano all'ottenimento della rinnovazione naturale.

Oggigiorno il problema cruciale è rappresentato dalla difesa della biodiversità, attribuendo a quest'ultima una fondamentale importanza per ciò che concerne:

- la sopravvivenza e l'adattamento di ecosistemi e specie a situazioni ambientali mutevoli<sup>(1)</sup>;
- la possibilità di reperire materiale di base per il miglioramento genetico;

(1) Il XX secolo è stato caratterizzato da radicali trasformazioni in vari settori dell'attività dell'uomo e ciò ha causato la modificazione di importanti parametri ambientali. L'effetto serra e la deplezione dell'ozono stratosferico costituiscono i più preoccupanti fenomeni di alterazione dell'atmosfera. E' ormai certa la forte correlazione esistente tra aumento di CO<sub>2</sub> (ed altri gas) nell'atmosfera ed aumento della temperatura dell'aria. Come riportato da ALPI (1994) la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera, del periodo coincidente con l'inizio della Rivoluzione industriale, era pari a 250-290 ppm. Attualmente tali valori sono notevolmente aumentati e si attestano intorno alle 350 ppm; le proiezioni indicano che per la metà del secolo saranno raggiunte le 660 ppm. Lo scenario che si prefigura è tutt'altro che confortante e quello che preoccupa, oltre naturalmente all'entità delle trasformazioni, è anche la velocità con cui queste si manifesteranno. Si prevede, infatti, un *climate change* da 15 a 40 volte più veloce di quanto non avvenisse prima dell'età industriale.

- la tutela di specie o biotipi di notevole interesse, come ad esempio *Taxus brevifolia* e *Catarticus roseus* per il settore farmaceutico, per citarne alcuni fra i più conosciuti.

## La biodiversità e le foreste europee

La biodiversità riscontrabile nelle formazioni forestali europee è dovuta in larga parte all'estrema eterogeneità degli ambienti naturali. Dal punto di vista climatico si trovano estremi assoluti che vanno da ambienti di tipo desertico, come nel caso di alcune zone del Sud-Est della Spagna, fino a raggiungere un'impronta polare o sub-polare in Islanda e nei paesi Scandinavi. Tra questi estremi si collocano climi di tipo temperato caldo e temperato freddo, ognuno dei quali è ulteriormente differenziato in varietà oceaniche e continentali. Se a questa variabilità climatica aggiungiamo poi gli effetti di una storia geologica tutt'altro che semplice (orogenesi, metamorfismo, vulcanismo, erosione e sedimentazione), si giunge ad un mosaico di situazioni ambientali diverse, che favorisce la genesi di biodiversità. Non va dimenticato, tuttavia, che l'attuale distribuzione delle foreste, e quindi anche l'entità di biodiversità tra ed entro queste, è fortemente dipendente anche dalla storia dell'uomo.

FALINSKI e MORTIMER (1996) mostrano come l'attuale distribuzione delle foreste in Europa sia la risultante di due fenomeni fondamentali:

- una differenziazione primaria legata alla riconquista da parte delle specie colonizzatrici a partire dalla fine del tardiglaciale (10.000 anni fa);
- una differenziazione secondaria sotto l'influenza delle attività umane, che hanno inciso sulla distribuzione delle foreste durante il neolitico (5.000 anni fa).

Per prima cosa occorre affermare che le alteranze dei periodi glaciali e postglaciali hanno pesantemente modificato la vegetazione, deter-

minando la scomparsa di molte specie.

Gli effetti delle glaciazioni sulla flora europea sono osservabili nella progressiva perdita di biodiversità procedendo da Sud verso Nord, sia in termini di numero di specie che in termini di variabilità intraspecifica. La diminuzione del numero di specie e di endemismi è rilevabile dall'esame della Tabella 1.

Durante la fase di ricolonizzazione forestale, avvenuta nel postglaciale, le specie sopravvissute in aree rifugio hanno progressivamente perso parte della loro variabilità intraspecifica nella fase di riconquista dei territori più settentrionali (PICNATTI 1995). Per alcune specie, come ad esempio l'abete bianco, questo fenomeno è stato ampiamente dimostrato (DUCCI *et al.* 1998).

Un'altra tendenza alla diminuzione della biodiversità viene individuata nella direttrice Ovest-Est. Si assiste, ad esempio, alla riduzione di specie e di endemismi passando dalla Francia alla Germania, alla Polonia. In questo caso la diminuzione di variabilità è imputabile ad una pressione selettiva operata dall'aumento dell'impronta continentale del clima.

Infine, non è difficile immaginare come le attività umane possano avere ulteriormente contri-

Paesi	Numero di specie	Numero di endemismi
Italia	5.464	712
Spagna	4.916	941
Francia	4.500	550
Germania	2.600	357
Polonia	2.200	313
Regno Unito	1.550	250
Svezia	1.550	420
Norvegia	1.550	325
Finlandia	1.040	300

**Tabella 1** - Diminuzione del numero di specie e di endemismi procedendo da Sud verso Nord (da FALINSKI e MORTIMER 1996).

buito ad influenzare la vegetazione tramite il cambiamento di uso del suolo, con interventi quali il dissodamento di aree boscate, oppure alterando gli equilibri naturali di diffusione delle specie, o incentivando la coltivazione di alcune di queste a svantaggio di altre.

## La valutazione della biodiversità

Per conoscere la biodiversità di un bosco si può partire dall'analisi delle diverse componenti dell'ecosistema (vegetazione, fauna, suolo), seguendo i criteri dell'indagine stazionale. Gli elementi rari e caratteristici dell'ecosistema forestale vengono classificati seguendo schemi di inquadramento locale, regionale, nazionale o europeo. In questi ultimi anni, particolarmente a livello regionale, sono stati sviluppati strumenti di lavoro quali, ad esempio, le **tipologie forestali**, *cataloghi di cenosi forestali distinte sulla base della composizione specifica arborea, della vegetazione del sottobosco e delle altre caratteristiche stazionali e del popolamento (struttura tendenziale, dinamica)*.

Superando una concezione ormai antiquata del bosco come entità fisionomica descritta dalla specie principale (faggeta, castagneto, cerreta ecc.), il **tipo forestale** (faggeta acidofila a mirtillo, faggeta mesoxerofila a orchidee ecc.) sta diventando in molte realtà l'unità di base della gestione forestale, presa in esame negli inventari, nei piani di assestamento e nella cartografia forestale. Più controverso appare l'argomento di come valutare in termini quantitativi la biodiversità. Vari studi, sviluppati anche in ecosistemi forestali, utilizzano indici di diversità (Shannon, Simpson, Pielou ecc.) allo scopo di osservare una componente dell'ecosistema in relazione all'andamento di un particolare fenomeno (l'effetto di un taglio di utilizzazione sulla diversità specifica della componente erbacea). I criteri di campiona-

mento e di raccolta dei dati dipendono dalla scala e dall'oggetto dell'indagine. Tuttavia, poiché si misura solo un particolare aspetto della diversità dell'ecosistema, l'interpretazione dei risultati non sempre risulta univoca: approcci di tipo puramente numerico, infatti, difficilmente riescono a tenere conto degli aspetti qualitativi della biodiversità, come la sensibilità ecologica dell'ecosistema o il carattere "naturale" e la rarità di certe specie. Gli approcci di tipo numerico trascurano, inoltre, gli aspetti funzionali dell'ecosistema in termini di contributo dei vari elementi che lo compongono.

In ambito forestale grande interesse è rivolto anche alla conoscenza della **diversità a livello intra-specifico**. I metodi di valutazione della biodiversità intra-specifica sono diversi ed hanno subito una notevole evoluzione negli ultimi anni. L'esplorazione della specie ha inizio con indagini che mirano all'individuazione, all'interno di essa, di eventuali **razze** o **ecotipi**. Il procedimento di studio consiste nella realizzazione di parcelle comparative in cui vengono posti a confronto campioni di piante rappresentative delle popolazioni originarie (**provenienze**), seguendo opportuni disegni sperimentali. Più di recente lo studio della diversità intra-specifica, sia a livello ecotipico che intra-ecotipico, si avvale anche dell'ausilio di metodologie che permettono la conduzione di accurate analisi genetiche direttamente nelle popolazioni di origine.

Per una esauriente trattazione dell'argomento sulle metodologie di campionamento della diversità genetica si rimanda al capitolo 2.1.1.

## La difesa della biodiversità

La conservazione della diversità a livello di ecosistemi e di paesaggio forestale si basa sul mantenimento di un mosaico di spazi naturali e semi-

naturali, alternati ad aree più intensamente modificate dall'uomo. La successione nello spazio di boschi a struttura diversa (boschi disetanei e coetanei, tagliate/boschi giovani / boschi maturi, boschi soggetti a gestione attiva e riserve), favorendo una maggiore varietà di habitat, contribuisce alla biodiversità in senso complessivo. Per questi motivi, in tempi relativamente recenti, in molti paesi si è cominciato a dare maggiore importanza al valore del **paesaggio culturale**, un prodotto derivato dall'interazione secolare fra l'uomo e l'ambiente naturale peculiare della situazione geomorfologica in cui opera, caratterizzato spesso da un'elevata diversità di ecosistemi ed usi del territorio. In casi particolari, è assunto come modello da conservare, con interventi di gestione che recuperano antichi usi del passato (ceduazioni, sfalci delle radure boschive ecc.).

Nel caso in cui la difesa della biodiversità si rivolga a livello specifico e/o intraspecifico, occorre tenere ben presenti i cambiamenti climatici in atto, che pongono in discussione la validità degli equilibri adattativi raggiunti. L'adattabilità di una specie è fortemente dipendente dal grado di diversità genetica che la caratterizza. L'elevata variabilità intraspecifica contribuisce ad aumentare le possibilità adattative anche se, a dire il vero, molto dipende dalla natura del cambiamento, soprattutto dalla sua velocità. La **selvicoltura può rappresentare uno strumento per conservare la biodiversità e, quindi, può contribuire a favorire l'adattabilità del biosistema al mutare delle caratteristiche ambientali**. I principi selvicolturali perseguibili prendono spunto dal fatto che, in una certa misura, debba essere limitato il processo naturale dell'esclusione competitiva di certe specie, o di certi elementi della stessa specie, che porta alle formazioni *climax*, massima espressione funzionale relativa ad un partico-

lare habitat, caratterizzate da un elevato grado di **omeostasi** (resistenza alle perturbazioni esterne), ma dotate di scarsa **resilienza** cioè della capacità di reagire o autoripararsi qualora i cambiamenti siano tali da incrinare l'equilibrio raggiunto. È noto che le fasi evolutive pioniere risultano più "flessibili" e, quindi, capaci di adattarsi.

Interventi selvicolturali che mirino, in primo luogo, all'ottenimento della rinnovazione naturale, contribuiscono in modo significativo all'aumento della diversità del popolamento trattato. Nel caso di interventi di forestazione, ricorrendo quindi all'impiego di postime di vivaio, si tenga presente che, come è stato più volte segnalato, in varie fasi della filiera vivaistica si possono verificare situazioni che possono limitare di molto la ricchezza intraspecifica del futuro bosco. Si può fare riferimento, per esempio, a postime di vivaio ottenuto da seme raccolto da pochi individui, oppure seme non sottoposto a trattamento vernalizzante o che ha subito trattamenti poco efficaci per interrompere la dormienza. Nelle fasi preliminari al rimboschimento dovrebbero, quindi, essere tenute in debito conto non solo la scelta della specie e della provenienza più adatte, ma anche tutti i processi con i quali il postime è stato ottenuto.

Un discorso diverso meritano gli interventi di piantagione destinati all'arboricoltura da legno. Il carattere temporaneo e transitorio di tali impianti fa sì che una riduzione della variabilità genetica a vantaggio di materiali migliorati geneticamente per caratteristiche legate agli aspetti produttivi, possa essere tollerata. Rimane sempre di fondamentale importanza la ricchezza genetica delle formazioni forestali vere e proprie che, oltretutto, costituiscono il materiale di base su cui avviare i programmi di miglioramento genetico.

## 2.1.1 Analisi delle popolazioni: principali elementi e parametri genetici

PIERO BELLETTI  
FULVIO DUCCI

Ancora oggi, la gestione pratica delle risorse genetiche forestali, presenti in un dato territorio avviene facendo riferimento semplicemente alla distribuzione della specie e/o delle popolazioni, e si basa essenzialmente sui principali parametri ecologici e fenotipici che, in alcuni casi, le contraddistinguono. Nella pratica vivaistica, quasi mai si fa riferimento a parametri ed indicatori caratterizzanti la biologia riproduttiva delle specie e le dinamiche delle popolazioni stesse.

Questa lacuna può determinare conseguenze negative sulla sostenibilità delle piantagioni e sulla possibilità di gestire direttamente la diversità attraverso la vivaistica forestale.

Tuttavia, le moderne tecnologie hanno consentito di compiere passi da gigante sulle conoscenze in materia e gran parte della variabilità genetica delle più importanti specie forestali europee è stata presa in esame.

Si ritiene opportuno fornire una rapida sintesi dei principali concetti della genetica, necessari alla miglior comprensione ed interpretazione delle norme espresse dalla Direttiva 1999/105/CE.

### Basi della diversità

La maggior parte degli organismi è **diploide**, ovvero è caratterizzata da corredo cromosomico doppio rispetto alle cellule gametiche, necessarie per la riproduzione. In pratica, ogni cellula somatica (non gametica) di un indivi-

duo presenta una coppia per ciascuno dei cromosomi che caratterizzano la specie a cui appartiene.

La base della diversità e delle sue dinamiche, che Darwin per primo intuì nel 1859, risiede nei **geni**, porzioni o sequenze di DNA cromosomico. Questi sono l'unità fondamentale per la manifestazione di ciascuno dei **caratteri** di un individuo. Ogni gene è situato in porzioni determinate ed omologhe di una coppia di cromosomi e può presentarsi in ciascuno dei due con varianti o forme diverse, gli **alleli**. In genere gli alleli si rimescolano nelle diverse combinazioni (**genotipi**), di cui ciascun individuo (**zigote**) è portatore, in seguito alla fusione dei gameti (**fecondazione**) ad ogni generazione. Riferendosi per semplicità ad un singolo carattere, individui portatori di forme alleliche identiche si dicono **omozigoti** (esempio AA o aa negli esperimenti di Mendel); quelli portatori di forme alleliche diverse si dicono **eterozigoti** (esempio Aa, Bb... Figura 1).

Gli alleli, combinandosi, possono interagire sommando o mascherando in varia maniera i reciproci effetti, oppure possono comportarsi da co-dominanti, ovvero avere pari "forza" nel manifestarsi. Sono questi ultimi che, rendendosi facilmente rilevabili mediante analisi biochimiche o molecolari, consentono di effettuare elaborazioni statistiche e di stimare i parametri necessari a studiare le popolazioni.

Le tecniche basate su marcatori genetici biochimici<sup>(1)</sup> e molecolari<sup>(2)</sup> (KARP *et al.* 1997), soprattutto quelli che analizzano alleli (caratteri cosiddetti co-dominanti) e metodologie statistiche appropriate (GONZÁLEZ-CANDELA e PALACIOS, 1995) consentono di descrivere e definire, con sempre maggior approssimazione,

(1) Gli isoenzimi.

(2) Le sequenze di DNA.

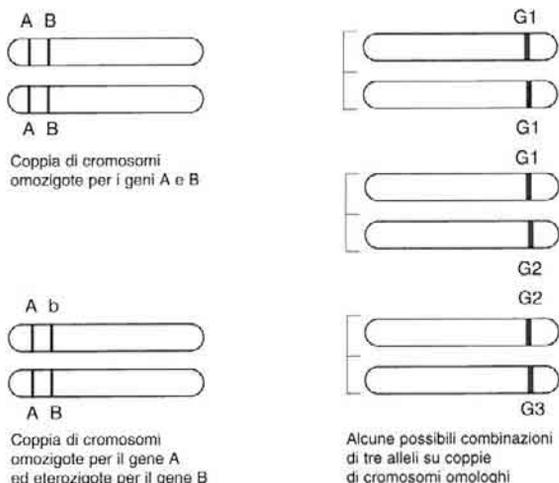
le caratteristiche delle popolazioni forestali. Presto sarà possibile stabilire strategie di conservazione o di gestione delle risorse genetiche forestali, anche basandosi correntemente sui dati ottenuti da queste tecniche, analogamente a quanto già avviene per le specie di interesse agrario (JARVIS *et al.*, 2000). Questi dati, unitamente a rilievi sulla struttura forestale e fitoecologica, serviranno, infatti, a definire il grado di differenziazione tra diverse popolazioni di una specie come anche ad individuare, ed eventualmente prevedere, i fattori che ne influenzano le caratteristiche di diversità interna e la dinamica evolutiva della struttura.

E' evidente che i parametri e gli indicatori genetici, di cui si suggerisce l'uso anche nella pratica corrente della filiera vivaistica, devono essere stimati con l'aiuto di specialisti.

Essi possono essere un valido strumento per coloro che si trovano a dover stabilire strategie o linee d'azione per la tutela e la gestione pratica delle risorse genetiche forestali.

L'unità di base per la gestione delle risorse genetiche forestali è la **popolazione forestale**, che nella legislazione può anche prendere la denominazione di **materiale di base**. Essa è costituita da un insieme di piante di una determinata specie che, condividendo un pool genico comune, interagiscono tra loro e con l'ambiente, in un territorio individuabile per caratteristiche ambientali e topografiche. Può trattarsi anche di una piantagione o di piante destinate a miglioramento genetico.

Di introduzione relativamente recente, il ter-



**Figura 1** - Alcuni semplici esempi di combinazioni tra alleli e di fenomeni di eterozigosi e omozigosi. (Dizionario di Botanica illustrato di LONGMANN, in KEDING 1991).

mine **meta-popolazione** indica l'insieme di sub-popolazioni naturali, di piccola estensione (non superiori a 100 ha), appartenenti alla stessa specie, solo parzialmente comunicanti tra loro in maniera discontinua nel tempo (si parla di secoli). Queste meta-popolazioni (THOMPSON e THEILADE 2001) possono essere caratterizzate ciascuna da fenomeni di adattamento a situazioni ambientali diverse che ne determinano un certo grado di differenziazione dalle altre. Talvolta, dietro la pressione di particolari fattori di disturbo, possono mostrare segni di impoverimento genetico fino a scomparire. Altre volte però può verificarsi il fenomeno per cui, per varie cause che favoriscono l'espansione della specie, alcune popolazioni estinte vengano "fondate" nuovamente dall'apporto di materiale di quelle circostanti. Potrebbe essere questo il caso di molte popolazioni di abete, ad esempio, che crescono negli Appennini e in altre aree, prossime alle antiche zone rifugio durante le epo-

che glaciali. In queste zone sono in genere evidenti i segni di nuovi apporti, o di ricostituzione naturale di popolazioni, ad opera di migrazioni da aree vicine, quando il mutare delle condizioni climatiche le ha consentite (BREITENBACH-DORFER *et al.* 1997).

E' quindi necessario ricordare alcuni dei più importanti parametri di base utili a descrivere la diversità genetica delle popolazioni forestali.

### I principali parametri necessari a valutare la struttura di popolazioni forestali

La **frequenza allelica**, stimata per ciascun allele di un dato carattere, è alla base di tutte le valutazioni successive. Alcuni alleli sono molto frequenti in tutte le popolazioni (convenzionalmente la soglia per considerarli "frequenti" è il 10%), altri possono essere frequenti solo in alcune, altri ancora possono essere considerati "rari" (frequenza < 5%). Questi ultimi possono essere rari per vari motivi: in alcuni casi perché è in atto un processo di impoverimento genetico, in altri possono essere testimonianza di antichi contatti con popolazioni limitrofe. Lo studio della distribuzione degli alleli e delle frequenze fornisce già alcuni elementi di informazione circa la struttura di una specie/popolazione.

La **ricchezza di alleli** (detta anche **polimorfismo**) e la presenza di sufficienti quantità di eterozigoti sono indice di buon equilibrio e di ricchezza di diversità per una specie o per le sue popolazioni. Una popolazione o specie, ricca di varianti alleliche di uno o più geni, si dice polimorfa. Quindi, un elevato polimorfismo è indice di diversità.

In genere la presenza di genotipi omozigoti (**omozigosi**) tende a predominare in situazioni in cui la popolazione è soggetta a pressioni di eventuali fattori di disturbo relativamente costanti nel tempo, per cui, per effetto della selezione, i

caratteri interessati tendono a fissarsi e la popolazione lentamente si "specializza", abbandonando, o diminuendone la quantità, i caratteri non adatti a quelle particolari condizioni.

In situazioni di maggior equilibrio invece, gli individui eterozigoti tendono a prevalere, poiché sono più adattabili ad una ampia gamma di situazioni ambientali: quindi la popolazione, dotata di sufficiente **eterozigosi**, tende a conservare, nel suo complesso, una maggiore diversità interna e una migliore potenzialità di adattamento.

Il riferimento comunemente adottato per verificare lo stato e le caratteristiche della struttura genetica di una qualsiasi popolazione/specie è una entità ideale, detta **popolazione panmittica o in equilibrio panmittico o in equilibrio di Hardy-Weinberg** (1908, in SCOSSIROLI 1986).

*Questa è una popolazione di dimensioni abbastanza grandi da ridurre eventuali errori di campionamento, dove le unioni sessuali tra individui avvengono del tutto casualmente: quindi gli zigoti (ovvero gli individui prodotti dalla fecondazione) hanno tutti ugual probabilità di sopravvivenza a causa dell'assenza di selezione, gli alleli dei diversi caratteri hanno tutti ugual probabilità di mutare da una forma ad un'altra, non esistono flussi di geni verso o da altre popolazioni, infine le condizioni ambientali sono costanti.*

Nella realtà non esistono popolazioni in perfetto equilibrio panmittico, molti fattori possono agire determinando modificazioni sulla struttura genetica (WRIGHT 1976). In una popolazione perfetta non esisterebbe evoluzione né dinamismo ed essa resterebbe, praticamente, sempre uguale a sé stessa.

Perché si formino diversità e variabilità genetica è necessario che esista anche diversità ambientale. Essa consente a determinati fattori di agire plasmando le specie, facendole evolvere nel lungo periodo mentre nel breve opera cambiamenti sulle popolazioni e sugli individui che ne fanno parte (Box 1). I meccanismi con

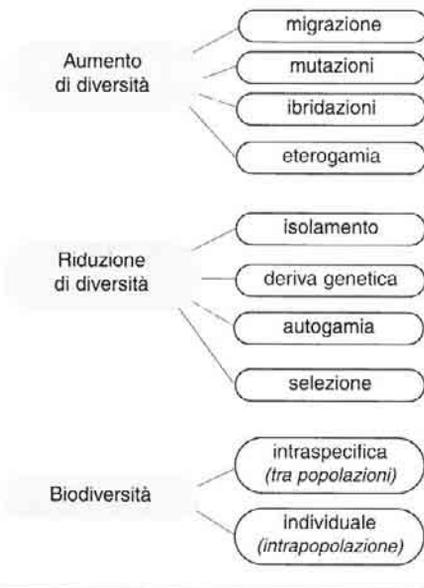
cui l'ambiente agisce sono: la **selezione**, ovvero l'eliminazione degli individui portatori di caratteri o di combinazioni di caratteri (genotipi) meno adatte; la **ricombinazione** dei caratteri che avviene al momento della fecondazione; le **mutazioni**, che sono cambiamenti (solo in minima parte utili) che si verificano a carico del materiale ereditario; la **migrazione**, che consiste nello spostamento fisico di popolazioni, che possono così mescolarsi con eventuali altre incontrate nel cammino. La migrazione è sicuramente uno dei maggiori mezzi di diffusione di informazione genetica e talvolta di "rinsanguamento" di popolazioni troppo impoverite. Oggi può essere anche individuata qualche forma di migrazione determinata dall'uomo, talvolta prodotta in maniera inconsapevole. Una delle situazioni più efficaci in cui la natura può produrre nuova variabilità intraspecifica, o comunque con cui può fissare determinati caratteri, è l'**isolamento**. Se questo è definitivo e le dimensioni della popolazione sono ormai troppo ridotte, può provocare una forte **erosione genetica** che, progressivamente, sfocia nella scomparsa definitiva della popolazione. Se questa è invece ancora di grandi dimensioni e quindi contiene un *pool* genico sufficientemente ampio per garantire la propria esistenza futura, determinati caratteri vengono fissati consentendo di identificare ecotipi locali. La specie avvia un processo di diversificazione a livello di popolazioni che, in tempi lunghissimi, può portare all'evoluzione verso nuovi *taxa*.

Un altro fenomeno, la **deriva genetica**, si verifica in popolazioni di dimensioni limitate; in esse piccoli e continui cambiamenti casuali nelle frequenze alleliche si accumulano progressivamente, inducendo una differenziazione dalle popolazioni originarie molto spinta.

In queste popolazioni può verificarsi con facilità

### BOX 1 FATTORI DI DIVERSITÀ

Fenomeni naturali che hanno determinato fino ad oggi l'evolversi delle forme viventi e la loro diversità.



il cosiddetto **effetto del fondatore**, per il quale i pochi individui sopravvissuti o in grado di riprodursi, ricolonizzando l'area, condizionano con il loro corredo genetico quello della nuova popolazione che vanno a costituire. Tipico è l'esempio messo in evidenza da *Ducci et al.* (1999a) per la popolazione di *Abies nebrodensis* sulle Madonie in Sicilia. Pur essendo ancora ricca di diversità interna, nonostante l'esiguo numero di individui componenti il nucleo originario, soltanto due o tre abeti sono in grado di produrre zigoti (piantine) vitali e/o con buone probabilità di sopravvivenza. Se la ricolonizzazione naturale del sito avvenisse ad opera del corredo genetico di queste piante solamente, si andrebbe incontro ad un intenso fenomeno di effetto del fondatore, con serie conseguenze per le possibilità di sopravvivenza e perpetuazione

della popolazione di abete. In questo caso l'uomo è chiamato ad intervenire per garantire artificialmente il rimescolamento della popolazione ed intraprendere azioni efficaci di conservazione *in situ* ed *ex situ* (Box 2) (vedi anche capitolo 2.1.2).

Tutti i fattori sopra citati agiscono ed interagiscono plasmando la diversità nelle specie e soprattutto la **struttura genetica** delle popolazioni.

A questo contribuisce oggi anche l'uomo, più o meno volontariamente, con le sue scelte.

Valutare la struttura di una popolazione significa anche fare riferimento alla sua dimensione,

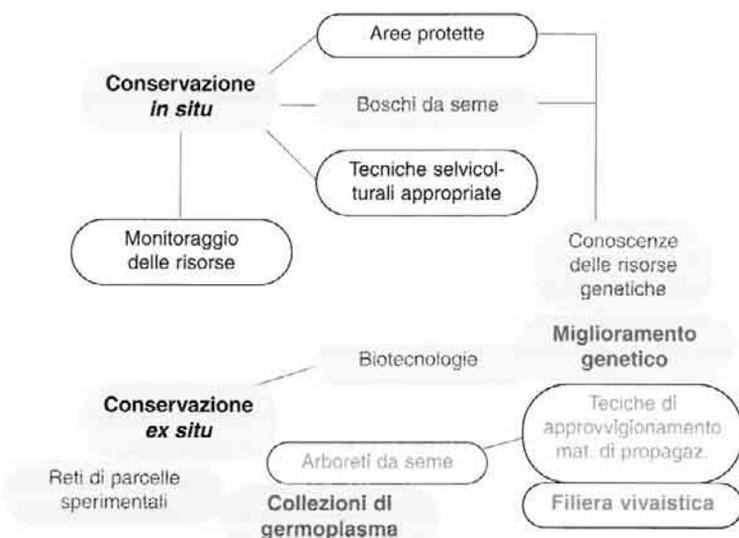
intesa come numero di individui e quindi anche alla sua densità per unità di superficie. E' evidente che più grande è la popolazione, maggiore è la possibilità che essa contenga un'informazione genetica più ampia. Tutte le popolazioni sono sottoposte continuamente a pressioni di fattori ambientali che determinano modificazioni nella dinamica della struttura, agendo in primo luogo sulle frequenze alleliche e, quindi, sugli individui che ne sono l'espressione. Molti di questi possono essere portatori di caratteri (alleli) rari, non utili alla sopravvivenza della popolazione stessa nell'immediato, ma che contribuiscono a tenerne alta la variabilità e che

## BOX 2 OBIETTIVO DELLA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ A LIVELLO GLOBALE

Fare in modo che il flusso di energia nell'ecosistema Biosfera non sia eccessivamente semplificato e veloce. Almeno per quanto riguarda le componenti biotiche, la loro diversificazione può contribuire a rallentare l'uscita contribuendo all'omeostasi totale.

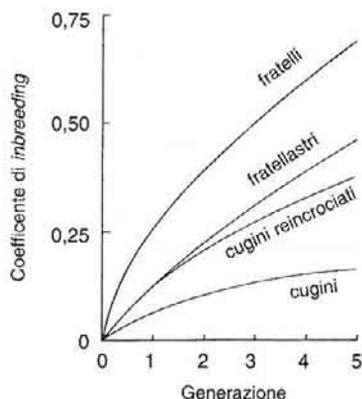
A livello regionale e locale, conservare e proteggere la diversità serve non solo a contribuire all'equilibrio

ecologico globale, ma a migliorare la sostenibilità degli ecosistemi forestali, artificiali o naturali, a custodire e valorizzare riserve di risorse genetiche utili o potenzialmente utili a migliorare la qualità della vita con servizi che queste possono rendere.



potrebbero essere fonte di variabilità utile ad affrontare eventi inattesi.

Dal punto di vista genetico la dimensione reale di una popolazione è determinata dalla cosiddetta **dimensione effettiva**, ovvero il numero di individui in grado di fornire materiale riproduttivo vitale per formare la generazione successiva. FRANKEL *et al.* (1995) hanno definito il concetto di **popolazione minima vitale**, quella in cui *dimensione effettiva, struttura demografica, biologia riproduttiva e diversità interna sono in grado di assicurare l'esistenza futura*. Questa può variare da specie a specie, ma in media si considera un minimo indispensabile tra i 30 ed i 50 individui. L'in-incestro o **incestro in parentela stretta** o **inbreeding** (Figura 2) è un altro importante aspetto che deve essere considerato quando si avviano programmi di gestione di risorse genetiche. Esso avviene quando individui geneticamente molto affini (cosiddetti **fratelli**, *full-sibs*, o **fratellastri**, *half-sibs*) si incrociano o quando lo stesso individuo si auto-feconda con il suo stesso polline. In quest'ultimo caso il livello di *inbreeding* è ovviamente massimo e ad ogni generazione gli individui omozigoti aumentano del 50%. Il **tasso** o **coefficiente di inbreeding** in questi casi ha valori intorno a 0,5 (KEIDING 1991). Come intuibile, questo fenomeno è uno degli elementi che maggiormente contrastano il mantenimento della variabilità genetica ed è da combattere e/o prevenire con ogni mezzo, giuridico e tecnico, nelle attività di selezione dei materiali di base e nell'approvvigionamento di materiali di propagazione (Box 3). E' questo il fenomeno che si vuol attenuare quando si suggeriscono con decisione metodi di raccolta di frutti e semi basati su numeri relativamente elevati di piante madri (almeno 30) e su distanze minime tra queste. Si possono individuare tre casi corrispondenti a livelli di minor diversità che possono essere campionati quando le regio-



**Figura 2** - Incremento di omozigosi causata dall'incestro in parentela stretta (da UNDERWOOD 1979, come mostrato in FRANKEL e SOULE 1981, in KEIDING 1991).

le tecniche di organizzazione delle raccolte di materiali forestali di propagazione non sono osservate ad arte:

- 1) Variabilità ridotta** (coefficiente di *inbreeding* intorno a 0,25): piante nate da seme e cresciute vicine in foresta hanno molte probabilità di essere *half-sib* (fratellastri, generate da una stessa pianta madre impollinata da piante diverse).
  - 2) Variabilità ancora più ridotta** (coefficiente di *inbreeding* 0,5): piante nate da seme ma *full-sib* (fratelli, generate dalla stessa pianta dissemi-natrice e da uno stesso impollinatore).
  - 3) Variabilità ridottissima o nulla** (coefficiente di *inbreeding* intorno ad 1,0): in molte specie, come le conifere, i fenomeni di auto-impollinazione sono molto frequenti, per cui spesso si corre il rischio di raccogliere strobili da piante vicine, per comodità logistica, che provengono dallo stesso genotipo materno. La sola fonte di variazione è determinata dai fenomeni di ricombinazione connessi con la fecondazione.
- I **meccanismi di dispersione anemocora** o **zoocora** hanno lo scopo di diffondere più lontano

## BOX 3 COSA SIGNIFICA PERDERE DIVERSITÀ



rare, mutazioni.

Diventa, quindi, importante avere piena conoscenza della biologia riproduttiva delle diverse specie su cui si vuole agire, delle loro strategie di dispersione e di costituzione delle popolazioni in relazione alle differenti condizioni ambientali. Può essere importante sapere se si tratta di piante ad **impollinazione anemogama, entomogama**, se sono autogame o allogame, o se si avvalgono di dispersione del seme zoocora, anemocora, o di polloni radicali.

possibile questi materiali geneticamente vicini; nonostante tutti questi accorgimenti che la natura adotta, non sempre ciò accade. Il caso estremo è di piante contigue caratterizzate da variabilità ridottissima: esso avviene quando si verifica propagazione clonale spontanea, come in alcune latifoglie nobili, ad esempio il ciliegio, il frassino maggiore ecc., che impiegano polloni radicali per diffondersi velocemente durante le fasi giovanili della successione ecologica. Con questa strategia riescono ad occupare velocemente spazi lasciati liberi o liberati dalla copertura arborea con i pochi genotipi più adatti alla situazione microstazionale. Nel caso del ciliegio, *bouquet* composti da oltre 100 fusti sono risultati appartenere a pochissimi cloni naturali, talvolta ad uno solo (DUCCI e SANTI 1997). L'unica fonte di variazione, in queste situazioni, è determinata dal numero di cloni spontanei presenti nel soprassuolo e da eventuali, peraltro

## 2.1.2 Conservazione delle risorse genetiche forestali

FULVIO DUCCI

Le tecniche che possono essere impiegate per conservare le risorse genetiche sono essenzialmente: la conservazione *in situ* (nel luogo di origine) e quella *ex situ* (fuori del luogo di origine). A meno di casi particolari ed urgenti, queste non possono avere efficacia se non vengono realizzate ed utilizzate in maniera strettamente integrata.

La conservazione *in situ* viene usata, generalmente in aree protette (DUCCI *et al.* 1999b), per conservare risorse genetiche di più specie allo stato selvatico, appartenenti allo stesso

habitat ed alle stesse cenosi. Essa richiede, dunque, ampie estensioni nelle quali si tende a conservare l'insieme della diversità non solo di una singola specie, ma di tutte quelle che si associano alla cenosi stessa. E' sicuramente il sistema più vantaggioso, quando si voglia assicurare conservazione di risorse su tempi lunghi, assicurando nel contempo il dinamismo evolutivo delle popolazioni, che possono infatti proseguire indisturbate i processi adattativi all'evoluzione dell'ambiente. Questo metodo ha il vantaggio di assicurare il rinnovarsi continuo della diversità, a cui il miglioramento genetico può approvvigionarsi, trovando sempre nuovo materiale di base. Questo ha in genere una massa critica tale da garantire una completa rappresentatività della diversità della popolazione che si vuole mantenere.

La conservazione e la gestione delle risorse genetiche non possono prescindere dalla realizzazione di **inventari** di queste che tengano conto di tutti i parametri ambientali e genetici delle popolazioni, così da poter scegliere quelle che meritano di essere tutelate ed, eventualmente, impiegate come materiali di base (KLEINSCHMIT *et al.* 1999).

La conservazione *in situ* può essere ottenuta sia in aree lasciate completamente indisturbate, **riserve integrali**, sia in aree sottoposte a gestione selvicolturale per determinati fini, ad esempio in **boschi da seme** (FAO, DFSC, IPGRI 2001).

Svantaggi possono derivare dalla difficoltà di tenere sotto controllo la reale evoluzione adattativa delle popolazioni e dell'ecosistema attraverso cui si opera, senza dimenticare che questo può essere sottoposto ad eventi catastrofici o pressioni selettive (anche ad opera degli stessi selvicoltori) di entità tale da determinare intensa erosione genetica, se non perdità di intere popolazioni.

Maggiore attenzione dovrebbe essere posta nella gestione del territorio e del paesaggio. Nel nostro paese la densità antropica è elevata, ed è concentrata soprattutto nelle aree pianeggianti e lungo le coste. E' proprio in queste aree, caratterizzate da ecosistemi delicati e a forte rischio di definitiva scomparsa, che occorre porre maggiore attenzione per salvaguardare ciò che rimane delle risorse genetiche forestali. E' per questo motivo che in molti casi, almeno per specie o **accessioni** di maggiore interesse, può essere necessario procedere integrando conservazione *in situ* ed *ex situ*.

La conservazione *ex situ* è stata, ed è ancora, l'approccio dominante per la conservazione di risorse genetiche da impiegare in programmi di **miglioramento genetico** per lo sfruttamento di caratteri utili per l'uomo. Essa offre indiscutibili vantaggi per la gestione logistica delle risorse, che vengono tenute e riprodotte in luoghi accessibili e facilmente controllabili (collezioni, banche di germoplasma, arboreti *in vivo*, celle frigorifere per semi e crio-conservazione di tessuti, laboratori e sale di coltura per materiali *in vitro*). In questa situazione i rischi di perdite di materiale sono in genere ridotti. La conservazione *ex situ*, inoltre, consente il monitoraggio preciso e completo dell'informazione genetica contenuta nei materiali oggetto di conservazione (BROWN 2000).

Esistono, tuttavia, anche degli svantaggi associati a questo tipo di conservazione, il primo dei quali è legato alla rimozione del materiale dal suo luogo di origine, soprattutto dalle condizioni ecologiche originarie, con conseguente "congelamento" della dinamica evolutiva della popolazione prelevata (JARVIS *et al.* 2000). La conservazione *ex situ* è anche molto costosa, poiché richiede spese di mantenimento in qualsiasi forma venga effettuata e quindi può essere usata solo quando ne valga effettivamente la

pena sul piano applicativo e su quello scientifico.

Oggi, come accennato, ci si rende conto della necessità di integrare meglio le due azioni e, come sta verificandosi rapidamente per le specie di interesse agrario, anche per quelle forestali, peraltro meno conosciute e solo in parte sfruttate nelle loro potenzialità, si potrebbe rendere necessario avviare programmi di conservazione e tutela che prevedano l'uso di tecniche miste di conservazione: i cosiddetti metodi *on-farm*. Questi sono definiti come *coltivazione e gestione continue di una serie di popolazioni da parte di agricoltori negli agro-ecosistemi dove queste accessioni si sono evolute* (JARVIS et al. 2000).

Oggi l'arboricoltura da legno ha posto il problema di salvaguardare le risorse forestali di base anche attraverso l'impiego corretto di materiali forestali di propagazione e la loro conservazione *in situ on-farm*, che altro non è che favorire la coltivazione delle risorse genetiche adattate al sito.

### 2.1.2.1 Conservazione dinamica *in situ*<sup>(1)</sup>

CHRISTEL PALMBERG-LERCHE

Le foreste sono la più importante riserva terrestre di diversità genetica. Le piante forestali e gli arbusti costituiscono un substrato fondamentale per la vita di un vasto spettro di organismi. Essendo gli alberi caratterizzati da tempi biologici lunghi e da meccanismi di riproduzione prevalentemente allogami, sono spesso caratterizzati da elevata eterozigosi ed elevata capacità di adattamento alla variabilità

ambientale. Molte specie hanno sviluppato complessi meccanismi finalizzati alla conservazione della variabilità intra-specifica.

La diversità negli ecosistemi forestali e la variabilità genetica di alberi ed arbusti sono necessarie alle specie per adattarsi dinamicamente e continuamente all'evolversi delle condizioni ambientali. La diversità è importante, inoltre, per mantenere il potenziale necessario al miglioramento genetico utile all'uomo e ai diversi impieghi che questo ne fa. La capacità degli alberi forestali di sostenere continuamente le funzioni degli ecosistemi e di provvedere beni e servizi per il benessere dell'uomo dipende dunque dal mantenimento della diversità biologica forestale e da un'accurata gestione delle risorse genetiche forestali.

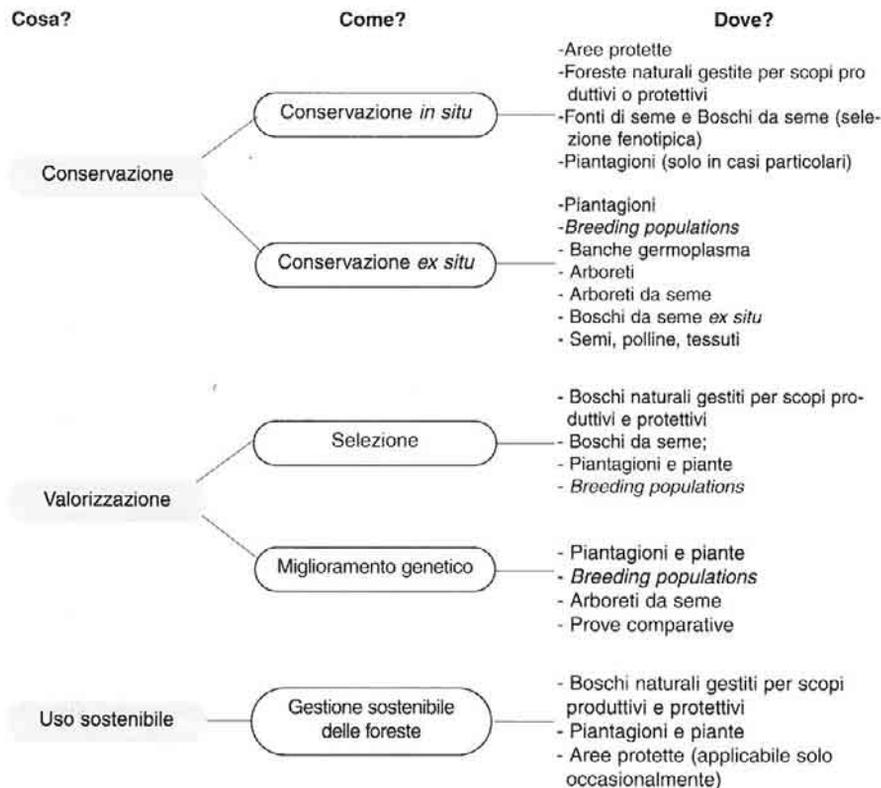
### La gestione delle risorse genetiche forestali

Nella maggior parte delle specie agricole, la diversità genetica può essere campionata, raccolta, immagazzinata e conservata in banche del germoplasma in maniera relativamente facile. Le risorse genetiche forestali (Box 4) vengono più comunemente conservate, nel lungo termine, negli alberi vivi. Variazioni della copertura forestale, della qualità e della sua composizione hanno perciò un impatto decisivo sulle dimensioni e sulle caratteristiche della composizione della variazione genetica degli alberi forestali.

Pericoli per l'integrità delle risorse genetiche forestali includono la deforestazione, determinata da cambiamenti nell'uso dei suoli, la distruzione e l'alterazione degli habitat, l'ado-

(1) Traduzione ed adattamento di un articolo presentato dall'Autrice al Simposio "In situ Conservation of Tropical Arboreal Species", 46th National Genetics Conference, Simposio 11° Aguas de Lindola, S.P. (Brasile), 19-23 settembre 2000. In corsivo integrazioni del Redattore (NdR).

## BOX 4 GESTIONE DELLE RISORSE GENETICHE FORESTALI, CONCETTI E COMPONENTI



zione di tecniche selvicolturali e di utilizzazione improprie, l'inquinamento e le fluttuazioni ed i cambiamenti climatici. In molte parti del globo, anche in Italia, questi pericoli sono aumentati negli ultimi decenni (FAO 1997a, b, 1999; OUEDRAOGO 1997, PALMBERG-LERCHE e HALD 2000; SIGAUD *et al.* 2000), *nonostante l'opinione pubblica si sia notevolmente sensibilizzata su questi temi. In Europa, ad esempio, ogni anno vengono distrutti da incendi da 350.000 a 500.000 ha di boschi* (Commissione Europea 1998).

Popolazioni forestali geneticamente diversifi-

cate, che possono avere caratteristiche di pregio, possono essere messe a rischio per l'introduzione di germoplasma forestale non locale attraverso piantagioni. Questo nuovo materiale può ibridarsi con le popolazioni locali e provocare, a varia intensità, la perdita o la riduzione delle caratteristiche di adattabilità nell'arco di poche generazioni (PALMBERG-LERCHE 1999).

Lo scopo della gestione delle risorse genetiche, e nel nostro caso della filiera vivaistica come l'abbiamo definita, è la salvaguardia del potenziale

evoluzionistico di ecosistemi e specie e la garanzia sulla valorizzazione e l'uso sostenibile della variabilità disponibile per le necessità umane presenti e future. Gli obiettivi specifici della gestione delle risorse genetiche cambiano con il tempo, con l'ambiente e con le condizioni sociali ed economiche per cui anche le esigenze possono variare. Si deve quindi porre attenzione non solo a quelle specie, popolazioni e caratteri genetici considerati utili oggi, ma anche a quelli che potrebbero avere un interesse potenziale futuro dal punto di vista economico, sociale ed ambientale (ERIKSSON *et al.* 1993, NAMKOONG 1986, PALMBERG-LERCHE 1999).

Poiché è possibile conservare un ecosistema ma perdere specie particolari, o conservare una specie ma perderne popolazioni geneticamente distinte, geni o complessi di geni che potrebbero avere un valore futuro, è importante specificare chiaramente all'inizio di qualsiasi programma di gestione di risorse genetiche gli obiettivi prefissati. Le decisioni riguardanti strategie e metodologie dipenderanno non solo dalle caratteristiche biologiche, dalla variazione genetica e dalla variabilità di una data specie, ma anche dal grado di conoscenza relativo alla selvicoltura ed alla gestione, come anche dall'uso attuale, dall'importanza e dai rischi individuabili per il futuro del materiale genetico trattato. A questo occorre aggiungere anche le capacità istituzionali, amministrative, finanziarie (FAO 1993a, KEMP 1992, KEMP e PALMBERG-LERCHE 1994, PALMBERG-LERCHE 1994, 1999) e *tecniche dei servizi preposti a svolgere direttamente il compito.*

Le attività di conservazione devono essere accompagnate da un monitoraggio regolare per assicurare che i progressi raggiungano gli obiettivi preposti, confrontando una gestione attiva con il non intervento. Relativamente al

monitoraggio, si dovrebbe annotare che non si possono utilizzare singoli parametri di misura della diversità biologica, ma è necessario integrarne diversi tra loro e restringere il campo dei parametri osservati solo quando si hanno scopi specifici.

## Programmi di conservazione *in situ*

La gestione di una combinazione appropriata di aree contenenti risorse genetiche in località diverse, in diverse condizioni ambientali e selvicolturali è il sistema più efficiente per conservare vari livelli di variazione genetica. *La costituzione di reti di boschi da seme per ciascuna specie, in diverse condizioni ambientali di latitudine, altitudine, distanza dal mare e anche socio-culturali, purché integrate in una visione gestionale ampia ed unica, costituisce per le risorse genetiche forestali di base un sistema ben rodato e valido.*

Comunque, la varietà di modelli di riserve di risorse genetiche (incluse le riserve naturali ed altre aree protette; proprietà pubbliche o private, gestite o no; foreste naturali o piantagioni; piantagioni fuori foresta per agro-selvicoltura o *arboricoltura da legno*, filari; arboreti o giardini botanici; prove comparative e collezioni *in vivo* realizzate nell'ambito di programmi di selezione e miglioramento genetico), costituiscono un insieme che necessita di essere reso complementare ed un importantissimo compito istituzionale e tecnico che i servizi preposti hanno il dovere di tenere in considerazione (conservazione *on-farm*).

I programmi nazionali e quelli regionali provvedono a creare le strutture di base per le aziende di gestione delle risorse genetiche forestali, ma spesso presentano diversi limiti. La distribuzione naturale di molte specie forestali oltrepassa i confini amministrativi. In altri casi

alcune specie o provenienze, o popolazioni di queste, possono avere scarsa importanza nella loro regione di origine, mentre invece ne hanno molta di più nelle regioni limitrofe o addirittura fuori dal loro areale naturale. Queste situazioni suscitano responsabilità di amministrazioni forestali e scientifiche di una regione o di una nazione nei confronti della comunità nazionale o internazionale, soprattutto nel caso si debba operare attraverso la conservazione *in situ*. Non sono rari casi in cui accessioni di specie forestali, introdotte in alcune zone limitrofe all'areale naturale senza documentazione certa dell'origine, si siano evolute a "landraces" ben adattate alle nuove condizioni ambientali. Queste *landraces* sono spesso importanti per le attività di conservazione delle risorse genetiche e la collaborazione di più stati o regioni confinanti è necessaria per assicurare complementarità tra attività *in situ* ed *ex situ*.

*E' classico l'esempio dell'impiego di provenienze di abete bianco della Calabria nei paesi dell'Europa settentrionale. Il buon adattamento di queste provenienze all'ambiente oceanico di certe zone lo rende una buona risorsa per l'arboricoltura da legno di questi paesi, si rende pertanto necessario curare l'attività di conservazione in situ nell'interesse anche di regioni relativamente lontane oltre che per il valore ed il significato dell'abete in ambiente mediterraneo.*

Un approccio regionale (intendendo qui il termine regionale riferito a regioni geografiche) alla conservazione e gestione della diversità biologica e della risorse genetiche forestali diviene particolarmente utile quando diversi paesi (o regioni) hanno condizioni istituzionali, socio-economiche, necessità e condizioni ecologiche simili.

*L'Unione Europea rappresenta il caso di una immensa macro-regione che si è data, già dal 1966*

*un ordinamento relativamente integrato sulla gestione delle risorse genetiche forestali attraverso la Direttiva 66/404/CEE, ma la suddivisione in regioni di livello inferiore può essere attuata su basi climatiche. Nel nostro Paese si può fare altrettanto, attraverso la cooperazione nel senso di cui sopra tra regioni limitrofe. Le attività comuni possono essere determinate da vicinanza geografica, somiglianza ecologica o interesse comune per specie appartenenti ai corredi forestali naturali regionali. Una cosa simile e con scopi identici è nata spontaneamente, ad esempio, tra le regioni settentrionali mediante la fondazione del gruppo di lavoro interregionale BIOFORV<sup>(1)</sup>.*

*La Direttiva 1999/105/CE, non a caso prevede, all'art. 9, collaborazione e coordinamento tra regioni o stati limitrofi già a partire dalla definizione di regioni di provenienza.*

Tutte le azioni di conservazione devono basarsi sulla comprensione tecnica e scientifica del funzionamento degli ecosistemi e dell'estensione, distribuzione e dinamiche della diversità biologica e delle risorse genetiche usate, direttamente o indirettamente, dall'uomo. Devono anche potersi basare sul sostegno di una politica continua e decisa e su una genuina collaborazione tra attori, soprattutto i responsabili organizzativi regionali e dello stato, della filiera vivaistica. In particolare devono essere chiari i principi tecnici e scientifici secondo i quali ci si muove e le conseguenze e i possibili impatti che le diverse scel-

(1) Gruppo di lavoro istituito nel 1996 e dal 1998 denominato BIOFORV (BIOdiversità FORestale Vivaistica). Ad esso hanno aderito: le Regioni Piemonte, Emilia-Romagna e Lombardia; l'ARF Lombardia; Veneto Agricoltura; il Centro Produzioni Sementi Forestali di Peri-VR; l'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo; l'Università di Torino e l'APAT. Lo scopo è quello di tutelare e valorizzare la biodiversità delle specie arboree ed arbustive nell'ambito della filiera vivaistica forestale.

te operate possono determinare alle risorse da conservare nel lungo termine ed anche alla filiera vivaistica forestale.

Sia gli ecosistemi forestali che i programmi di miglioramento genetico non sono statici. La conservazione e la gestione delle risorse genetiche non devono essere mirate a "congelare" lo stato delle cose: questo implicherebbe una fissazione arbitraria o una sorta di istantanea casuale nel tempo di sistemi viventi che invece si evolvono. Inoltre si dovrebbe tener conto del fatto che le esigenze economiche, sociali ed ambientali continuamente cambiano nel tempo e nello spazio, coinvolgendo quindi gli obiettivi e gli scopi del miglioramento. Occorre quindi ragionare sul lungo termine. Queste finalità si possono raggiungere solo adottando una gestione dinamica delle risorse genetiche.

Le risorse genetiche dovrebbero essere prese in considerazione costantemente nell'applicazione delle pratiche selvicolturali e di gestione forestale e dovrebbero esser parte delle strategie nazionali e locali per il mantenimento della diversità biologica dentro e fuori le aree protette. Le risorse genetiche devono essere la componente fondamentale di programmi di miglioramento e la cooperazione tra organizzazioni nazionali e locali all'interno degli stati è un prerequisito fondamentale per la realizzazione di programmi di gestione di qualsiasi tipo di risorse genetiche. Poiché le risorse genetiche non rispettano i confini amministrativi, come avviene a livello internazionale, anche a livello di singoli stati è necessario che il sistema preveda la cooperazione tra Regioni e sia reso complementare, supportato e coordinato a livello nazionale. Congiungere gli sforzi tra Regioni limitrofe renderà più razionale l'uso di risorse finanziarie, già di per sé ridotte, permettendo di superare possibili gap di informazio-

ne e renderà più veloce la realizzazione di programmi di gestione delle risorse.

Un'azione coerente e cooperativa, con ben chiare istituzioni che assicurino un efficiente lavoro collaborativo tra servizi regionali limitrofi per la gestione delle risorse genetiche forestali, contribuirà moltissimo ad armonizzare le azioni e a favorire anche l'avanzamento ulteriore dei lavori e delle ricerche da effettuare nell'interesse di tutti.

### 2.1.2.2 Conservazione *ex situ*

ANNA DE ROGATIS  
FULVIO DUCCI  
ROBERTA PROIETTI

Questo tipo di conservazione (GULDAGER 1975) può essere adottato per popolazioni forestali essenzialmente per 4 obiettivi principali:

- 1) ottenere la **conservazione statica di frequenze genotipiche** di una popolazione originaria: ad esempio provenienze;
- 2) conservare le **frequenze geniche**, ovvero un **gene pool** tipico di una popolazione originaria. Quindi conservarne tutte le varianti alleliche. Anche in questo caso si tratta di una conservazione di tipo statico;
- 3) conservare una popolazione fuori dal luogo di origine e lasciare che le frequenze geniche originali cambino e si evolvano in equilibrio con le forze selettive del luogo di introduzione; si adotta quindi un criterio di conservazione di **tipo evolutivo**.
- 4) conservare materiali le cui frequenze geniche o le caratteristiche genotipiche sono sotto

il controllo dell'uomo e talvolta deliberatamente cambiate per gli impieghi e le applicazioni in iniziative di tipo produttivo o per particolari scopi, ad esempio in arboricoltura da legno o per resistenza a patogeni o stress ambientali. Questo criterio di conservazione è considerato di tipo **selettivo**.

Le azioni necessarie per avviare un programma di conservazione *ex situ* sono basate su alcuni principi fondamentali che dovrebbero essere adottati anche nella pratica corrente di approvvigionamento dei semi forestali:

- a. stima del livello di variabilità della specie/popolazione;
- b. campionamento all'interno della specie/popolazione mediante la raccolta di semi o altri propaguli;
- c. riproduzione delle frequenze genotipiche campionate, assicurando la sopravvivenza e la crescita di tutto il materiale di propagazione raccolto nella popolazione originaria;
- d. adozione di misure atte a favorire l'interfecondazione tra i genotipi campionati.

**a. Stima del livello di variabilità della specie/popolazione.** Come accennato nei paragrafi precedenti, i metodi di stima della variabilità del materiale che si vuol conservare *ex situ*, se si eccettuano i cloni, che comunque vanno caratterizzati geneticamente, dovrebbero far riferimento non soltanto a parametri o caratteri fenotipici, sicuramente necessari per gli aspetti relativi alla selezione ed al miglioramento genetico, ma anche a parametri genetici (vedere capitolo 2.1.1) veri e propri, stimati mediante l'impiego di marcatori biochimici o molecolari.

**b. Campionamento all'interno della specie/popolazione** mediante la raccolta di semi o altri propaguli. Si possono adottare

vari metodi di **campionamento** delle piante per la raccolta. Questi sono basati sull'impiego di **reticoli regolari** che ne assicurino la casualità. La maglia di questi reticoli sarà più o meno larga secondo le caratteristiche biologiche della specie/popolazione e della sua distribuzione. Alcune specie possono avere una distribuzione originata da **meta-popolazioni**, altre un **areale continuo**, altre ancora uno **discontinuo**. Molte, ad esempio le querce, hanno la capacità di ibridarsi tra loro per cui risulta frequentemente difficoltoso sia riconoscere e classificare popolazioni pure, sia certificarne il materiale di propagazione.

In genere è necessario considerare distanze minime tra le piante comprese tra i 50 ed i 100 m. Quando si opera in montagna, questo metodo può essere integrato dalla considerazione del fatto che la struttura genetica di molte specie può essere condizionata dai flussi di polline orientati, ad esempio, verso il basso. In altri casi, soprattutto per specie ad areale ampio, occorrerà tener conto della distanza dal mare o della distribuzione delle piogge o ancora delle temperature.

In ogni caso, per motivi di ordine pratico, un campionamento esaustivo del corredo genetico di una specie o di una popolazione è veramente raro. Molte sono le fonti di errore e ciò che si può fare per minimizzarle è solamente cercare di essere più corretti possibile nel realizzarlo. Errori possono infatti derivare da insufficiente conoscenza della distribuzione della specie o delle sub-popolazioni e della loro rappresentatività; il numero convenzionalmente suggerito per effettuare campionamenti, almeno un minimo rappresentativi (30 individui circa per popolazione), è in ogni caso basso relativamente alle probabilità di campionare ogni singolo gene o sua variante della popolazione. GULDAGER (1975) ha stimato,

per campioni di 20 piante, una probabilità dell' 1%. Va considerato, tuttavia, che a volte un corretto campionamento può essere ostacolato da fattori oggettivi, quali ad esempio la presenza di pochi individui in grado di fruttificare. Un motivo che frequentemente condiziona la correttezza delle raccolte di tipo commerciale è la **dislocazione delle piante**, questa infatti può risultare poco adatta alle esigenze economiche e logistiche della ditta raccoglitrice, che può essere indotta a ridurre il numero di piante da cui effettuare la raccolta stessa.

**c. Riproduzione delle frequenze genotipiche campionate assicurando la sopravvivenza e la crescita di tutto il materiale di propagazione raccolto nella popolazione originaria.** E' questo, forse, il compito più difficile da assolvere. Il materiale raccolto, infatti, può subire nel percorso fino alla piantagione forti pressioni selettive ad opera dei diversi fattori ambientali in grado di favorire la nascita e la crescita di solo quella parte di genotipi adattabili ad essi. Quindi le condizioni ambientali di estrazione e conservazione dei semi, come anche le tecniche di vernalizzazione, ove necessarie, nonché le metodologie di allevamento delle piantine devono tener conto almeno delle esigenze medie della specie, al fine di evitare la riproduzione parziale del materiale raccolto. Un'azione corretta dovrebbe sempre prendere in considerazione almeno un paio di vivai. Questi dovrebbero, per esempio, essere posti in condizioni ecologiche differenti, pur rimanendo nel campo di variazione dell'*optimum* climatico della specie di cui si vuol preservare la variabilità genetica.

E' opinione di chi scrive che ridurre eccessivamente il numero di vivai nell'ambito di programmi di ristrutturazione della filiera pubblica, concentrando la produzione di tutta la gamma di specie di una regione, sia dannoso

alla stessa conservazione della biodiversità ed alla sostenibilità delle piantagioni di qualsiasi tipo. Infatti, mentre sicuramente per alcune specie più adattabili (meno specializzate) i problemi di mantenimento della diversità immessa nella filiera sono minori purché le fasi a. e b. siano svolte correttamente, per specie /popolazioni specializzate, tipiche di aree ecologiche molto diverse, si ha un forte rischio di riprodurre solo quel materiale costituito da genotipi adattabili alle condizioni del vivaio, ma non alle condizioni stagionali dei siti da rimboschire. Sono facilmente immaginabili i rischi per la sostenibilità della piantagione e soprattutto per il *gene pool* di cui si vuol assicurare la conservazione.

Un metodo comunemente seguito per ridurre perdite di variabilità è quello di seminare in contenitore, tenendo separate, se possibile, le singole discendenze. Questo permetterà di equilibrarne le mescolanze al momento della piantagione, oltre a consentire una prima valutazione della variabilità fenotipica tra famiglie e quindi intra-popolazione. La struttura genetica delle piantagioni di conservazione dovrebbe essere poi testata anche con marcatori genetici e confrontata con la popolazione di origine *in situ*.

**d. Adozione di misure atte a favorire l'interfecondazione tra i genotipi campionati.**

In programmi di conservazione *ex situ* a livello di provenienze, è necessario realizzare piantagioni che tendano a riprodurre, per quanto possibile, l'equilibrio panmittico. Per ottenere questo è necessario individuare siti collocati nell'*optimum* della specie per assicurarne piena fioritura e fruttificazione, in cui sia assente o ridotta al minimo la possibilità di flussi di geni dall'esterno (distanza da altri popolamenti di almeno 500 m (MAGINI 1976)), la cui estensione (almeno 10-30 ha) consenta di ottenere

una popolazione artificiale abbastanza numerosa da assicurare adeguato sincronismo di fioritura, sufficienti livelli di impollinazione incrociata e riduzione di eventuali effetti di deriva genetica e di *inbreeding* (FAO 1980). Tutte queste regole costituiscono anche la base essenziale per l'individuazione di popolamenti da seme sia di specie autoctone che non autoctone. Questo tipo di conservazione, a questo livello, al di là del beneficio di preservare dinamicamente un *pool* genico di materiale ritenuto importante, che progressivamente si equilibra con l'ambiente di introduzione, ha anche delle ricadute di interesse immediato. Non sono rari infatti casi di boschi da seme di origine artificiale realizzati con provenienze di pregio. Tipico esempio sono i boschi da seme di douglasia (MORANDINI e MAGINI 1975, DUCCI e TOCCI 1987) della Toscana. Inoltre popolazioni e/o piantagioni di conservazione di provenienze sottoposte a prove comparative e risultate superiori, potranno essere impiegati come riserva da cui prelevare materiali di base di livello più elevato, in genere fenotipi superiori (MORANDINI 1968), per continuare nelle attività di selezione finalizzate alla costituzione, in fase successiva, di banche di germoplasma od arboreti da seme.

Conservare le risorse *ex situ* è molto costoso, è necessario dare la priorità ai casi per i quali valga veramente la pena. Questa strategia di conservazione può venire realizzata attraverso vari sistemi che vanno dalle collezioni *in vivo*, alla conservazione di semi, di tessuti *in vitro*, all'immagazzinamento di tessuti in azoto liquido (FAO 1993b). In molti casi la conservazione *ex situ* può divenire il solo sistema di conservazione per specie a forte rischio di estinzione o il cui habitat sia stato alterato o sia sul punto di essere distrutto definitivamente (ROCHE 1978). La conserva-

zione *in situ* non è dunque sempre possibile e talvolta non è nemmeno auspicabile. Infatti, in aree dove la pressione antropica o di altri fattori assume intensità eccessive, le popolazioni forestali, che si vogliono proteggere e gestire per il loro particolare corredo genico, possono subire fenomeni di erosione genetica tali da giustificare il trasferimento della stessa popolazione o di un campione rappresentativo del suo *pool* genico in una località ecologicamente adatta, dove sia possibile assicurarne la sopravvivenza. In taluni casi, oltre a questa si può anche assicurarne un miglioramento dei principali parametri genetici della struttura della popolazione di partenza.

*Abies nebrodensis* Lojac. Mattei, di cui rimane oggi solo una trentina di piante *in situ*, è un chiaro esempio di una simile evenienza. Le piante sono infatti distribuite sul terreno in maniera discontinua, molto lontane tra loro, sparse su un'area di circa 150 ha; da un lato il fatto che siano sopravvissute piante topograficamente lontane tra loro, ha consentito alla popolazione attuale di conservare un buon grado di diversità, dall'altro lato però gli abeti non hanno molte possibilità di incrociarsi, né di disseminare con successo semi fertili a causa della loro eccessiva rarefazione e delle caratteristiche del terreno, molto accidentato, roccioso e caratterizzato da forti dislivelli. In queste condizioni la popolazione, anche se potenzialmente in grado di riprendere le proprie dinamiche, non ne ha la capacità. È stato necessario intervenire, quindi, clonando per innesto tutti gli individui trasferendoli in appositi arboreti *ex situ*, che hanno la funzione di collezioni di germoplasma e di arboreti da seme. In questi il rimescolamento del *pool* genico di tutto ciò che rimane della specie verrà assicurato nelle generazioni successive mediante opportuni disegni sperimentali

(DUCCI *et al.* 1998, 1999).

La realizzazione di un programma di conservazione *ex situ* con piantagioni realizzate appositamente va dunque avviata solo quando ve ne sia effettiva necessità. Spesso può trattarsi solo di popolazioni periferiche dell'areale più ampio di una specie, caratterizzate da resistenza a particolari fattori ambientali (resistenza/tolleranza ad aridità o al gelo, o altri fenomeni). Queste sono fonti di materiale di propagazione potenzialmente utile per il miglioramento genetico e vanno quindi tutelate.

Generalmente è bene prevedere un campionamento della diversità nella popolazione di origine abbastanza grande (30-40 piante madri almeno) e condotto in maniera da raccogliere con sufficiente probabilità la rappresentatività del *pool* genico di quella popolazione. Una volta scelto il sito, appropriato per le condizioni ecologiche, isolato da possibili fonti di inquinamento genetico (soprattutto polline) determinato da materiali geneticamente affini, si deve effettuare la piantagione su estensioni relativamente ampie, almeno 10 ha. In genere è necessario duplicare la popolazione di conservazione, al fine di porsi al riparo da possibili eventi imprevisi che potrebbero distruggere il materiale genetico.

Mentre per specie che hanno facilità di rinnovazione naturale la conservazione *in situ* è il metodo più adatto e meno costoso, la conservazione *ex situ* assume maggior importanza per quelle che non hanno tale facilità o possibilità o che sono caratterizzate da interesse economico marcato, per le quali vale la pena di procedere con programmi di selezione e successivo miglioramento genetico.

Nel caso di molte latifoglie nobili (noce, ciliegio selvatico, sorbi, aceri ecc.), specie a distribuzione sparsa, di cui spesso è difficile individuare popolazioni ben determinate, è necessa-

rio procedere alla conservazione *ex situ* di materiali selezionati, al fine di disporre facilmente per i successivi programmi di miglioramento e valorizzazione (DUCCI 1999b, DUCCI *et al.* 1997).

### 2.1.2.3 Garanzie per la gestione dei materiali di base / disciplinari di gestione

FULVIO DUCCI

Un importante strumento di controllo e gestione delle risorse genetiche forestali è il **disciplinare di gestione** (DUCCI *et al.* 2001), sino ad oggi trascurato nella maggior parte dei casi e previsto dalle normative solo per i boschi da seme. Si ritiene invece che sia importantissimo dare valore a questo documento tecnico e che ne sia **resa obbligatoria la redazione e l'applicazione in ambito legislativo per tutti i tipi di materiali di base**. Può infatti divenire lo strumento principale per assicurarsi la perpetuazione dinamica delle risorse di base e il controllo sul loro corretto impiego.

### Soprassuoli, popolazioni ed aree di raccolta del seme

Il disciplinare di gestione di soprassuoli, popolazioni e aree di raccolta del seme non deve essere considerato un semplice piano di gestione di un bosco qualsiasi.

Esso viene redatto sulla base delle informazioni tecniche raccolte durante la schedatura del materiale stesso ai fini dell'iscrizione e fornisce

anche una serie di precetti ed osservazioni, che stabiliscono ed indirizzano l'attività colturale per garantire la migliore preservazione della risorsa genetica con **criterio dinamico**.

Devono essere evitati trattamenti omogenei su ampie superfici, la dinamica genetica e strutturale delle popolazioni da seme deve essere osservata nel tempo e gli interventi devono essere flessibili ed adattati alle esigenze delle diverse specie.

Da un lato occorre infatti mantenere una struttura del bosco atta favorire la produzione di seme, dall'altro è necessario tenere conto delle esigenze ecologiche della specie negli strati adulti e nella fase di rinnovazione. Infine è necessario mantenere diversità specifica e genetica, per garantire comunque tutti i processi naturali che determinano l'evoluzione della popolazione stessa.

Il disciplinare di gestione deve avvalersi anche di informazioni derivanti dall'applicazione di metodi di indagine genetica per monitorare, almeno a livello indicativo, l'evolversi della struttura genetica ed adottare di conseguenza le decisioni colturali necessarie a preservare la dinamica evolutiva della popolazione.

### Altri materiali di base

Un disciplinare di gestione va stabilito anche per i materiali di base diversi da quelli sopra citati. Esso dovrebbe essere reso obbligatorio anche per **arboreti da seme, piante parentali (o genitori), cloni e miscugli di cloni**. In questi casi si dovrà indicarne l'ubicazione, nel caso di cloni, miscugli di cloni e, a maggior ragione di **Organismi Geneticamente Modificati (OGM)**, si dovrà dire dove sono conservate le collezioni di base, nonché i piani e le modalità per mantenerle e rinnovarle, la durata della conservazione e, nel caso di arboreti da seme, la stima dei principali parametri

genetici (omozigotità, percentuale di loci polimorfici, indici di fissazione ecc.) comparati ai valori generali della specie ed eventuali osservazioni utili a comprenderne le caratteristiche. Andranno inoltre indicati anche gli eventuali interventi di potatura e/o altre tecniche (anelature, strozzamento, trattamenti ormonali) atte ad indurre la fioritura, nonché i cicli di produzione di seme e polline.

Inoltre, nella parte introduttiva del disciplinare di gestione, deve essere indicato:

#### 1) per gli arboreti da seme:

- tipo di arboreto (clonale, di semenzali, misto tra questi due tipi)
- disegno di incrocio adottato e mappa con la disposizione dei diversi materiali;
- numero e lista dei diversi componenti (cloni o famiglie);
- anno di realizzazione;
- regione di provenienza e origine dei componenti (cloni o famiglie).

#### 2) per i genitori:

- numero e consanguineità dei genitori;
- proporzione di ciascuna famiglia componente nei miscugli;
- disegno di incrocio adottato;
- regione di provenienza ed origine di ciascun genitore.

#### 3) per i cloni:

- *pedigree* clonale (*ortet* e/o famiglia di origine dell'*ortet*)
- criterio e metodo di selezione;
- regione di provenienza del clone.

#### 4) per i miscugli di cloni, alle indicazioni del punto 3 si aggiungano le seguenti:

- numero ed elenco dei cloni componenti;
- proporzione di ciascun clone componente.

#### 5) per gli OGM, valgono le indicazioni del punto 3 ed inoltre:

- tipo di modificazione indotta e le metodolo-

gie usate;

- tecniche per tenere sotto controllo il/i gene/i introdotto/i o modificato/i;
- deve essere anche allegata l'autorizzazione ad immettere in commercio detto materiale nonché una relazione sull'impatto biologico ed

ambientale redatta secondo le modalità previste dall'art. 5 della Direttiva 1999/105/CE.

## IL CASO DI STUDIO DI CAPRIANO DEL COLLE

Suggerimenti per la gestione *in situ* e per la preparazione di un disciplinare di gestione (CALVO *et al.* 2000; DUCCI e PROIETTI 2002)

Si riporta il caso del bosco di farnia di Capriano del Colle (BS), un relitto delle antiche foreste padane, di poche decine di ettari, candidato a bosco da seme. È questo un esempio di come il monitoraggio dell'informazione genetica integrata ad aspetti selvicolturali possa assicurare la conservazione dinamica *in situ* della popolazione ed il suo impiego per la raccolta di seme. L'analisi genetica effettuata con marcatori enzimatici, assieme allo studio della disposizione topografica dei singoli genotipi individuati ed alla struttura forestale della popolazione ha permesso di ottenere buone indicazioni per la gestione *in situ* della popolazione.

Mediante tecniche statistiche di raggruppamento in cluster, sono stati evidenziati 8 gruppi in cui sono suddivisi i 40 individui analizzati. Questi gruppi o cluster sono stati riportati sulla mappa del luogo (vedi Figura). La popolazione è caratterizzata da una struttura genetica per gruppi di piante relativamente affini tra loro, ben localizzabili nel bosco. Alcuni cluster, quelli in posizione più marginale, seguono la morfologia del terreno secondo le pendenze ed i due impluvi che lo attraversano, altri sono invece più localizzati e di forma più compatta. È interessante osservare, inoltre, che il maggior numero di cluster è concentrato nella parte centrale della piccola valle, alla confluenza dei due ruscelli che caratterizzano il bosco (cluster A, B, C ed E), mentre sui margini ed all'interno delle due ramificazioni a monte, la variabilità è molto limitata, essendovi rappresentate piante appartenenti ad un solo cluster (rispettivamente cluster A e C).

La variabilità si mantiene relativamente elevata anche nella zona più a valle e forse più umida.

Si distingue così un centro di variabilità rappresentato dalla conca di confluenza tra i due ruscelli, uno minore alla base del valloncetto e zone periferiche di minore differenziazione, forse soggette a maggiore erosione genetica. Queste sono situate sia sui margini del vallone, sia nelle due ramificazioni che lo caratterizzano a monte.

Appare evidente che nella struttura genetica così delineata giocano vari fattori. Alcuni legati alla biologia della specie, come la pesantezza dei semi che determinano probabilmente una così chiara compattezza dei cluster genetici nelle zone meno pendenti e cluster di forma allungata dove le ghiande possono rotolare a valle per maggiori distanze. I fenomeni di auto-impollinazione o di *inbreeding* possono avere la loro importanza nel determinare l'omogeneità dei cluster. Anche la forza di gravità può aver contribuito ad impoverire le aree marginali determinando flussi di geni unidirezionali verso i compluvi. Inoltre, le zone di margine sono quelle probabilmente più sottoposte all'azione di eventuali fattori selettivi che agiscono a livello micro-ambientale. Ricordiamo, infatti, che quanto rilevato avviene tutto nell'arco di poche centinaia di metri. La struttura forestale del popolamento mostra uno strato maturo, costituito da relativamente poche piante per unità di superficie e la praticamente totale assenza di rinnovazione affermata. Lo strato maturo vede lentamente assottigliarsi la propria consistenza per il verificarsi lento ma costante di eventi catastrofici come il crollo di alberi per effetto del vento. Questo, determinando una progressiva erosione genetica per la perdita casuale di genotipi portati dai vari individui crollati, può spiegare il motivo per cui, nono-

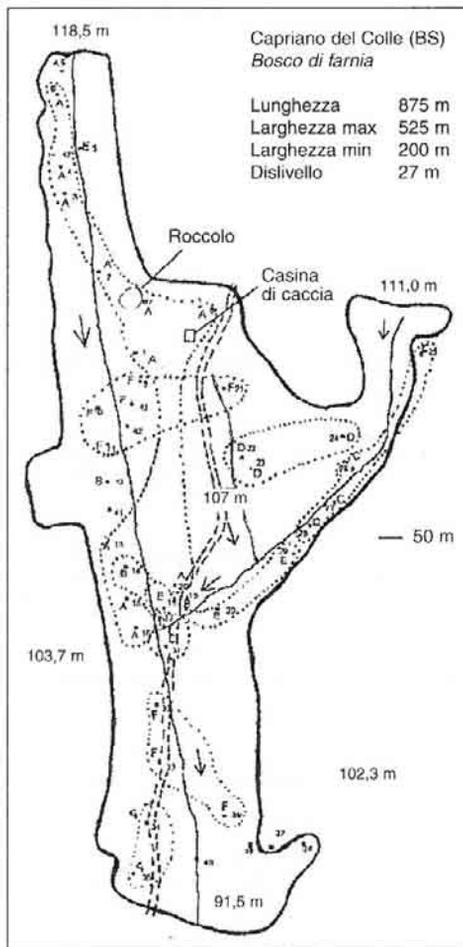
segue →

stante la buona potenzialità espressa dall'elevato valore di **eterozigotità attesa**, il valore osservato sia invece molto più basso di quelli di popolazioni più giovani. L'elevato valore dell'**indice di fissazione** rilevato nella popolazione e indicante un eccesso di omozigoti, potrebbe essere determinato dall'aumentata frequenza di alcuni alleli, probabile sintomo della necessità della popolazione di adattarsi a particolari caratteristiche microambientali.

Il bosco di Capriano del Colle ha un'estensione relativamente consistente, rapportata a quanto rimane in questa parte della bassa pianura padana. Esso ha un potenziale genetico relativamente favorevole al ripristino di una dinamica della popolazione, sottoposta ad elevato rischio di erosione genetica a causa del suo stato di maturità e dell'assenza di rinnovazione naturale affermata.

La sua struttura genetica, articolata sul terreno in *cluster* ben individuabili e caratterizzata da un centro di variabilità contornato da aree periferiche di minore differenziazione, risente della biologia riproduttiva della specie che interagisce con le condizioni morfologiche e microambientali della stazione. La stazione, inoltre, è caratterizzata da un microclima relativamente asciutto rispetto alle altre popolazioni, e questo può aver influenzato i parametri genetici stimati, favorendo ad esempio certi genotipi piuttosto di altri, ed influenzando negativamente, in certe annate, la vitalità del seme e della rinnovazione. Di questo occorrerà tener conto nel programmare eventuali attività di raccolta di materiale riproduttivo.

Assieme agli interventi selvicolturali necessari per far ripartire la dinamica della popolazione, appare evidente l'importanza di effettuare raccolte di seme differenziate per pianta in diversi punti del popolamento, possibilmente nel centro di maggiore variabilità, allevare le piantine ed effettuare piantagioni nelle aree che via via si liberano con materiale originato da piante lontane dalla zona in cui si è liberata la superficie. Si può determinare, in questa maniera, un rimescolamento interno alla popolazione, che si rifletterà nelle generazioni future, rimpinguando soprattutto i livelli di diversità delle fasce più periferiche della popolazione, quelle sottoposte a più intensa erosione genetica.



Distribuzione sul terreno dei *cluster* genotipici rilevati. Individui all'interno dello stesso tratteggio e caratterizzati dalla stessa lettera, appartengono allo stesso *cluster*.

Questo consentirà inoltre di contribuire a conservare la diversità generale contenuta nella popolazione, ad esempio riducendo le possibilità di perdita casuale di alleli rari. Questi, a causa della scarsa mobilità del seme, potrebbero tendere a concentrarsi solo in determinate aree della zona, esponendosi al rischio di perdite per cause accidentali.

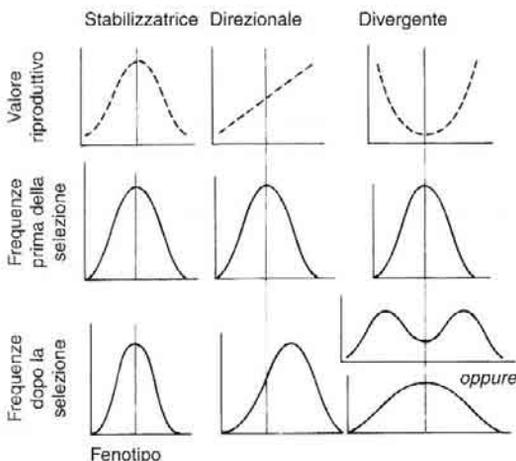
ANDREA TANI  
ALBERTO MALTONI

La **selezione naturale** è un processo che, limitando la sopravvivenza e/o i processi riproduttivi degli individui meno adatti ad una data situazione, modifica, generalmente restringendola, la variabilità genetica di un gruppo. A seconda dell'andamento della curva del valore riproduttivo (Figura 3) dei diversi fenotipi, si possono osservare diversi tipi di selezione:

- **stabilizzante**, con un effetto conservativo che tende a favorire i fenotipi medi;
- **direzionale**, quando in risposta ad un mutamento dell'ambiente vengono favoriti i fenotipi con caratteristiche o superiori o inferiori;
- **divergente**, quando in risposta a differenti situazioni concomitanti vengono favoriti sia i fenotipi con caratteristiche superiori sia quelli con caratteristiche inferiori; questo tipo di selezione può portare alla **speciazione**.

La selezione rappresenta quindi l'unico fattore evolutivo non stocastico, dato che è in relazione, stretta, diretta e causale, con le caratteristiche adattative. Gli individui che risultano favoriti presentano i caratteri più adatti, ma al contempo possono portare, non espressi e quindi in forma recessiva, alcuni alleli deleteri che potrebbero poi manifestarsi nella discendenza.

Gli alberi forestali, a causa delle loro caratteristiche (immobilità, lunghezza del ciclo vitale) sono costretti, più di altri organismi, ad adattarsi alle variazioni dell'ambiente in cui vivono; quando tali variazioni rappresentano delle minacce possono rispondere esclusivamente grazie ad una grande variabilità genetica e ad un alto tasso di eterozigosi individuale. Proprio in considerazione di ciò, la depressione imputabile alla consanguineità degli



**Figura 3** - Effetto dei tre tipi di selezione sulla media e sulla variazione di un carattere quantitativo (da CAVALLI SFORZA L.L., BOOMER W.F. 1971).

elementi costituenti una popolazione forestale può risultare di entità rilevante.

Passando ad occuparci della **selezione operata dall'uomo**, può risultare utile puntualizzare alcuni aspetti inerenti la selezione naturale:

- l'evoluzione delle popolazioni è causata da cambiamenti nelle frequenze geniche, cambiamenti per lo più causati dalla selezione;
- le popolazioni possono cambiare velocemente sotto l'influenza di fattori selettivi solo ed esclusivamente se esiste un certo livello di variabilità genetica al loro interno;
- l'area nella quale, per una data

specie, si riscontra la maggior variabilità ne rappresenta il centro di origine o un'area rifugio;

- a seconda dei caratteri considerati, sotto un'apparente uniformità può celarsi una notevole variabilità.

- la consanguineità può derivare o da un certo tasso di auto-fecondazione oppure dalla struttura familiare del popolamento (riscontrabile anche in soprassuoli di origine naturale).

Così come accade per la selezione naturale, l'uomo può correttamente operare scelte e quindi fare selezione solo in presenza di una spiccata variabilità.

I programmi di **miglioramento genetico** in campo forestale prevedono sempre il ricorso alla selezione, possiamo infatti avere:

- selezione sulla base di **variabilità esistente in natura**;

- selezione su **ibridi** (variabilità generata dall'uomo grazie all'abbattimento di barriere fra due diverse entità, siano esse specifiche o intraspecifiche);

- selezione su **mutazioni** (originate naturalmente o artificialmente).

La selezione rappresenta l'azione più difficile nel programma di miglioramento genetico; mentre è relativamente facile creare variabilità, la successiva individuazione degli individui che sono caratterizzati dalla combinazione più idonea di geni e cromosomi rappresenta il momento più difficile. Nell'interpretazione di quanto accade in natura va considerato che, nella propria evoluzione, una popolazione può risultare modellata da forze anche diverse dalla selezione: quando la popolazione è costituita da pochi individui si può assistere ad una variazione casuale delle frequenze geniche a causa della cosiddetta deriva genetica, che, in ultima analisi, porta ad anomalie simili a quelle che possono essere causate da un campionamento

non adeguato. Inoltre, tutte le volte che si seleziona il fenotipo, bisogna porre particolare attenzione all'influenza che su esso può avere l'ambiente di crescita.

I caratteri per i quali si seleziona sono rappresentati principalmente da:

- fattori genetici di resistenza a patogeni;
- caratteri legati ad aspetti produttivi.

Dal punto di vista produttivo quantitativo si tratta di migliorare l'efficienza fotosintetica delle piante, sia migliorando la conversione dell'energia solare, sia eliminando i limiti che vengono determinati da fattori ambientali (resistenza a stress idrici, a stress termici, limitazioni dovute a determinati tipi di suolo, ecc.).

La selezione, quando operata dall'uomo nel quadro di un programma di miglioramento genetico, presuppone la conoscenza delle strutture, dei patrimoni genetici dei popolamenti e dei meccanismi che li hanno originati. Nelle popolazioni naturali è possibile distinguere due livelli ben diversi di variabilità: quello razziale o intra-ecotipico (per comodità di esposizione si ricorrerà al termine **razza**, molti tuttavia suggeriscono anche il termine **ecotipo**) e quello individuale. In campo forestale viene spesso osservata una grande variabilità sia tra provenienze diverse sia tra gli individui all'interno delle singole provenienze e quindi si può operare con successo sia con la selezione razziale, confrontando provenienze diverse, sia selezionando boschi o individui *plus*.

Da precedenti esperienze risulta possibile fare selezione per caratteri di diverso tipo:

- caratteri produttivi sia quantitativi che qualitativi;
- resistenza a patogeni;
- resistenza ad avversità abiotiche;
- altri caratteri adattativi legati al ciclo vegetativo;

- adattamenti morfologici a variazioni climatiche (bilancio radiativo).

Per giungere all'individuazione di razze diverse si approntano esperienze su parcelle comparative; il problema operativo di più difficile soluzione è quello di come operare per realizzare un appropriato campionamento della popolazione oggetto di comparazione.

Le **prove di discendenza** portano invece all'individuazione della variabilità individuale. I caratteri per i quali si può fare selezione individuale sono quelli appena menzionati per la selezione razziale o ecotipica, ma con l'eccezione dei caratteri produttivi quantitativi che spesso sono risultati maggiormente influenzati dalle condizioni stazionali.

La **selezione razziale** o **ecotipica** porta, attraverso prove comparative di provenienze, all'individuazione popolazioni relativamente omogenee per alcune caratteristiche di interesse per il selvicoltore, che possono così essere razionalmente impiegate per opere di forestazione in ambienti a loro idonei. Le prove comparative di provenienze risultano necessarie in quanto le osservazioni di differenze riscontrate in natura possono essere sia genotipiche sia fenotipiche (dovute a differenze ecologiche degli ambienti di crescita). A prescindere da ricerche di questo tipo esiste un **criterio cautelativo prudenziale nella scelta del materiale da impiegare per opere di forestazione, che predilige il materiale di origine o in alcuni casi di provenienza locale**; le prove comparative possono portare alla definizione della razza con più provenienze caratterizzate da un patrimonio genetico assai simile e quindi intercambiabili fra loro. In alcuni casi si può anche giungere alla individuazione di razze più adatte ad un determinato ambiente rispetto alla locale: da un lato la provenienza locale

potrebbe non essere originaria di quel luogo o in caso di immigrazione post-glaciale potrebbe ancora non essere stata completamente plasmata dalla spinta selettiva dell'ambiente, mentre dall'altro, se la valutazione dell'adattamento si esplica tramite la valutazione di aspetti produttivi, questa potrebbe non essere in completa sintonia con i criteri della selezione naturale (che si basano principalmente sulla fitness o capacità di riprodursi). A favore dell'approccio prudenziale sta il numero maggiore di fallimenti che non quello di successi ottenuti quando si sono impiegate "a caso" provenienze diverse da quelle locali. Operativamente, per certi versi, la selezione razziale sembra essere inclusa, o più precisamente scavalcata, dalla Direttiva nella delimitazione delle regioni di provenienza, che al punto 14 delle premesse viene definita come il *fondamento della selezione* che successivamente viene poi sempre trattata ad un livello che viene usualmente definito come intrarazziale, anche se non necessariamente ci si muove all'interno di una popolazione identificata e caratterizzata.

Quando la selezione si opera a questo livello si può intervenire con varie tecniche.

**Selezione di boschi plus:** si tratta di individuare un bosco composto per larga parte da individui caratterizzati da un buon fenotipo e raccogliere seme da esso; l'efficacia di questa azione è fortemente dipendente dal grado di correlazione esistente fra genotipo e fenotipo. La Direttiva fissa i criteri di selezione nell'allegato III. Se fra le migliori piante si individuano anche le madri da cui raccogliere il seme, oppure se si interviene all'interno del popolamento con diradamenti selettivi, si attua la selezione fenotipica per individui entro i boschi plus.

Altre modalità di **selezione per individui** sono rappresentate da selezione clonale, selezione

fenotipica o massale e selezione genotipica.

**Selezione clonale:** in questo caso gli individui dal fenotipo superiore (ma anche ibridi o mutazioni) vengono moltiplicati vegetativamente per poi essere posti a confronto in parcelle comparative; dato che per molte specie forestali la moltiplicazione vegetativa non risulta praticabile a basso costo spesso, dopo una prima fase di selezione clonale, si è costretti a far ricorso alla propagazione sessuale (gamica). Con la riproduzione gamica si assiste alla disgiunzione e ricombinazione di geni e di caratteri e diventa così fondamentale definire se il processo selettivo porta all'individuazione su base fenotipica dei migliori discendenti di una serie di piante madri selezionate (**selezione fenotipica o massale**) oppure se invece, avvalendosi di prove comparative fra le discendenze, si intende stimare l'influenza del genotipo di ogni singola pianta madre (**selezione genotipica o per famiglie**). La selezione per famiglie può essere perseguita utilizzando semi derivanti da libera impollinazione o da *poly-cross* (famiglie di fratellastri) oppure facendo ricorso esclusivamente a impollinazioni controllate da singolo padre (famiglia di fratelli).

Il principale svantaggio dell'azione di selezione è sicuramente rappresentato dalla perdita di variabilità genetica. Ben noti sono i pericoli che comporta in termini di vulnerabilità l'impiego su vaste superfici di pochi cloni. Per i materiali derivanti da riproduzione sessuale, la

Direttiva, comunque, non fissa due parametri importanti rappresentati dalle **dimensioni minime del campione** di individui che possano costituire una base di partenza abbastanza ampia da consentire oculate scelte selettive e di un **numero minimo di individui** da cui ottenere la successiva produzione del materiale di propagazione a base genetica non eccessivamente ristretta. Su questo aspetto la legislazione dei singoli Stati e delle Regioni può e deve essere più circostanziata.

L'azione di selezione, per quanto oculata, rappresenta pur sempre il primo stadio di un'erosione genetica e diventa così estremamente urgente una contemporanea azione di conservazione delle risorse genetiche di base. La conservazione di entità specifiche o sottospecifiche forestali si attua efficacemente quando queste vengono considerate nella loro integrità genetica e nel loro ambiente naturale: occorre cioè mantenere il livello di variabilità genetica che, determinato dalla selezione naturale, è espressione dell'adattamento a quel particolare ambiente (conservazione *in situ* con la creazione di riserve). Ai fini della conservazione dei *pool* genici risultano utili anche interventi *ex-stu*: realizzare collezioni rappresentate ad esempio da prove di provenienze e di discendenze oppure da vere e proprie "banche del germoplasma" (nelle quali si conservano seme, polline o tessuti in coltura).

FULVIO DUCCI  
FABIO GORIAN  
ANDREA TANI

Con il recepimento della Direttiva 1999/105/CE *la commercializzazione del materiale forestale di propagazione all'interno degli stati membri potrà avvenire in piena libertà, ma solo se si tratta di materiale certificato*. Queste misure, attuate anche attraverso una serie di procedure di accertamento, identificazione e controllo, sono state adottate per mantenere o elevare - nelle fasi di ricostituzione o rigenerazione - il valore delle foreste per ciò che concerne la stabilità, l'adattamento, la resistenza e la produttività. Secondo quanto previsto dal Regolamento 1598/2002, *il trasferimento del materiale da uno stato ad un altro, dovrà essere notificato dall'organismo ufficiale di controllo dello stato esportatore a quello importatore*.

Contro questa libertà di commercio uno stato membro può opporsi se, *a causa delle caratteristiche fenotipiche o genetiche e per fondati e documentati motivi, l'uso di determinati materiali può avere effetti negativi sulle risorse genetiche, sulla biodiversità e, più in generale, sull'ambiente dello stato importatore* (Regolamento CE 1602/2002). Nessuna restrizione è invece prevista per le caratteristiche fitosanitarie del lotto.

La scelta che si pone ad un vivaista al momento della definizione del suo piano di coltura è tra procurarsi da sé del seme, o parti di piante, oppure acquistarli da terzi. Nel primo caso farà sicuramente ricorso a **materiali di base**, nel secondo invece a **materiali di moltiplicazione** o **propagazione**. Col termine "materiali di base" la Direttiva intende singole piante, gruppi di piante o veri e propri boschi fornitori di semi e/o propaguli per la propagazione vegetativa

("materiali di moltiplicazione").

Molta oculatezza dovrà comunque essere riservata alla qualità del seme: spesso il seme è poco costoso perché è di bassa qualità oppure vi sono dubbi sulla sua provenienza. Vale la pena investire qualche soldo in più al momento dell'acquisto del seme, comprando materiale di accertata qualità (controllando i dati dell'analisi del seme) e di comprovata provenienza per il quale sia possibile - tramite la valutazione delle analogie ambientali tra la zona di origine e quella di introduzione - stimarne, con buona approssimazione, il grado di adattabilità. In ogni caso l'incidenza del costo del seme sul costo finale di produzione della piantina è minima rispetto all'investimento complessivo.

Come già accennato molte sono le fonti di approvvigionamento del materiale di moltiplicazione. Possono essere effettuate raccolte da impianti artificiali, frutto di programmi di miglioramento genetico, per i quali la variabilità può essere fortemente ridotta a causa della selezione artificiale operata a vantaggio di alcuni parametri quali la produttività, la resistenza a fattori biotici e abiotici, le caratteristiche del legname, ecc. All'opposto, semi e propaguli possono essere raccolti da formazioni forestali naturali o comunque caratterizzati da una elevata ricchezza genetica.

È evidente che a una simile eterogeneità del materiale di base, devono fare seguito appropriate modalità di impiego che hanno come estremi, da un lato, l'arboricoltura da legno per il materiale di moltiplicazione selezionato e

migliorato, dall'altro gli interventi di rinaturalizzazione o di "rimboschimento classico" per il materiale caratterizzato da maggiore variabilità genetica.

I materiali forestali di moltiplicazione sono classificati in quattro **categorie commerciali**: Identificato alla fonte, selezionato, qualificato e controllato.

Se il materiale di base (Tabella 2) è costituito con specie elencate nell'allegato I della Direttiva, non selezionato (ovvero non iscritto ai Registri Ufficiali), si dice che il materiale di moltiplicazione da esso derivato è **identificato alla fonte**. In questo caso i materiali di propagazione, che per questa categoria sono costituiti principalmente da sementi, devono essere contrassegnati con cartellino di **colore giallo**. Sul cartellino, come prescritto dall'allegato II della Direttiva 1999/105/CE, compariranno le informazioni relative alle caratteristiche geografiche del sito di provenienza e l'indicazione sul tipo di soprassuolo: autoctono/indigeno o meno. Secondo l'art. 8 della Direttiva, l'impiego di materiali forestali di propagazione derivanti da materiali di base "identificati alla fonte" può essere limitato da ciascuno stato a

situazioni particolari. Ed è bene che l'uso di questi materiali non divenga *routine*, ma sia considerato eccezionale e avvenga solo all'interno della regione di provenienza a cui appartengono. Sarebbe auspicabile che le autorità preposte provvedessero ad inventariare una "dotazione" di materiali di base di questa categoria in maniera da tenerne sotto controllo il commercio (art. 10 comma 2 della Direttiva).

Se il materiale è iscritto nei Registri Ufficiali dei materiali di base, i materiali di moltiplicazione possono essere commercializzati con **cartellino verde** e con la denominazione di materiale "**selezionato**". Il materiale di base è stato selezionato per scopi ben precisi e deve essere valutato in base a una serie di requisiti previsti dall'allegato III della Direttiva 1999/105/CE.

Le sementi e gli altri materiali di propagazione che si ottengono da arboreti da seme, genitori o cloni, selezionati fenotipicamente (quindi per il momento selezionati solo per caratteri valutabili ad un primo esame, ma non ancora definitivamente provati nel loro reale valore), costituiti con specie elencate nell'allegato I della Direttiva, devono essere commercializzati con **cartellinatura rosa** ed il materiale è da

Tipo di materiale di base	Categorie dei materiali forestali di moltiplicazione (Colore del cartellino di accompagnamento)			
	Identificato alla fonte (Giallo)	Selezionato (Verde)	Qualificato (Rosa)	Controllato (Blu)
Fonte di semi	X			
Soprassuolo e Area di raccolta	X	X		X
Arboreto da seme			X	X
Genitori			X	X
Cloni			X	X
Miscuglio di cloni			X	X
OGM*				X

\* Organismi geneticamente modificati.

**Tabella 2** – Schema riassuntivo delle categorie commerciali (allegato VI della Direttiva 1999/105/CE).

considerarsi **qualificato**. Lo schema d'impianto, le piante madri e gli interventi di potatura, devono sottostare ad approvazione dell'organismo ufficiale di controllo, così come prescritto nell'allegato IV della Direttiva 1999/105/CE. Questa categoria può essere considerata come una situazione provvisoria. Infatti, quando a conclusione delle prove comparative il materiale di base ha dimostrato la sua superiorità, può essere passato di categoria e commercializzato con **cartellino blu**. Questo indica l'appartenenza alla categoria dei materiali definiti **controllati**. Alcuni esempi di questo tipo di materiale sono rappresentati da cloni di specie o di ibridi artificiali del genere *Populus*. Indicazioni dettagliate sulle modalità di conduzione delle prove sperimentali necessarie per l'attribuzione della qualifica "controllato" sono riportate nell'allegato V della Direttiva 1999/105/CE.

Di seguito si riportano le **definizioni ufficiali** relative all'articolo 2 della Direttiva 1999/105/CE. Le parti riportate in corsivo si riferiscono a integrazioni e/o chiarimenti apportati dagli Autori.

### **Materiali di base**

**Fonti di semi:** gli alberi di una determinata zona da cui si raccolgono i semi. *Queste hanno valore provvisorio in attesa di individuare ed iscrivere materiale di base definitivo. Possono essere usate quando non c'è disponibilità temporanea di materiale di moltiplicazione di categoria superiore. I materiali di moltiplicazione tratti dalle fonti di semi possono essere impiegati solamente nella regione di provenienza di cui sono originari.*

**Soprassuolo:** una popolazione di alberi identificata che presenta una sufficiente uniformità di composizione. *Sono considerati tali anche quelli di origine artificiale come le piantagioni.*

**Area di raccolta del seme:** *questa definizione potrebbe essere adottata, come estensione della precedente, per indicare l'equivalente del soprassuolo per le specie sporadiche, zona entro cui individuare fonti di seme (piante madri), in numero adeguato a garantire sufficiente variabilità genetica.*

**Arboreti da seme:** le piantagioni di cloni o famiglie selezionate, isolati contro ogni impollinazione estranea o organizzati in modo da evitare o limitare tale impollinazione, e gestiti in modo da produrre raccolti frequenti, abbondanti e facili.

**Genitori:** alberi utilizzati per ottenere discendenti tramite impollinazione controllata o libera di una pianta madre identificata, utilizzata come femmina, con il polline di un'altra pianta (fratelli *bi-parentali*) o di un certo numero di altre piante identificate o no (fratelli *mono-parentali*).

**Cloni:** insieme di individui (*ramet*) derivati per via vegetativa da un unico individuo originale (*ortet*), per esempio per talea, micropropagazione, innesto, margotta o divisione.

**Miscugli di cloni:** i miscugli di cloni identificati in proporzioni definite.

### **Autoctoni e indigeni**

**Soprassuolo o fonti di semi "autoctoni":** una popolazione naturale, rigenerata spontaneamente o artificialmente, tramite materiali di propagazione provenienti dallo stesso soprassuolo o dalle stesse fonti di semi.

**Soprassuolo o fonti di semi "indigeni":** un soprassuolo o una fonte di semi autoctoni o prodotti artificialmente con seme raccolto nella stessa regione di provenienza.

### **Origine**

Per un soprassuolo o una fonte di semi autoctoni, l'origine è il luogo dove si trovano gli alberi. Per un soprassuolo o una fonte di semi

non autoctoni, l'origine è il luogo da cui i semi o le piante sono stati originariamente introdotti. L'origine di un soprassuolo o di una fonte di semi può essere sconosciuta.

### Provenienza

Luogo determinato in cui si trova un materiale di base.

### Regione di provenienza

Per una specie o sottospecie, il territorio o l'insieme dei territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi con caratteristiche fenotipiche e/o genetiche analoghe, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato.

### Materiali di propagazione

**Unità seminali:** gli strobili, le infruttescenze, i frutti e i semi destinati alla produzione di postime.

**Parti di piante:** le talee caulinari, fogliari e radicali, gli espanti o gli embrioni per la propagazione *in vitro*, le gemme, le margotte, le radici, le marze, i piantoni e ogni parte di una pianta destinata alla produzione di postime;

**Postime:** le piante derivate da unità seminali, da parti di piante, o dai selvaggioni.

### Categorie commerciali

Le categorie entro cui possono essere commercializzati i materiali di moltiplicazione prove-

nienti dai diversi tipi di materiali di base sono le seguenti.

**"Identificati alla fonte":** i materiali di propagazione provenienti da materiali di base rappresentati da una fonte di semi o area di raccolta o da un soprassuolo, ubicati in una singola regione di provenienza e che soddisfano i requisiti di cui all'allegato II.

**"Selezionati":** i materiali di propagazione provenienti da materiali di base rappresentati da un soprassuolo o da un'area di raccolta, ubicati in una singola regione di provenienza, fenotipicamente selezionati a livello della popolazione e che soddisfano i requisiti di cui all'allegato III.

**"Qualificati":** i materiali di propagazione provenienti da arboreti da seme, genitori, cloni o miscugli di cloni i cui componenti sono stati fenotipicamente selezionati a livello individuale e che soddisfano i requisiti di cui all'allegato IV. In relazione a tali materiali non devono essere stati necessariamente avviati o conclusi controlli.

**"Controllati":** i materiali di propagazione provenienti da materiali di base rappresentati da soprassuoli o aree di raccolta del seme, arboreti da seme, genitori, cloni o miscugli di cloni. La superiorità di detti materiali deve essere stata dimostrata per mezzo di prove comparative o tramite una stima calcolata sulla base di una valutazione genetica dei componenti dei materiali di base (allegato V della Direttiva).

## 4.1 Requisiti minimi dei materiali "identificati alla fonte" [Allegato II della Direttiva 1999/105/CE]

FULVIO DUCCI

A questi materiali si può ricorrere solo nel caso in cui non esista o non siano disponibili materiali di base o di moltiplicazione di categoria superiore, almeno selezionati. L'impiego di materiale di propagazione proveniente da materiali di base identificati alla fonte deve essere limitato alla regione di provenienza a cui appartiene.

### Fonti di semi

Secondo l'OECD (NANSON 1999), di piante di zone non necessariamente delimitate, né chiaramente identificate come località (Foto 1). Per esse fa fede l'indicazione della regione di provenienza. Secondo altri autori (ZOBEL e TALBERT 1984) il termine è sinonimo di origine. Per l'UE (art. 2/c) si tratta degli alberi di una determinata zona da cui si raccolgono i semi. Le fonti di seme devono essere costituite da un numero non inferiore a 10 piante.

Esse possono essere costituite da piccole popolazioni quando si considerino specie a diffusione molto sparsa e sporadica (*Sorbus* sp., *Pyrus* sp., *Malus* sp., *Ulmus* sp., *Taxus baccata*) o nel caso del noce comune (*Juglans regia* L.).

### Soprassuoli

Estesi e continui (Foto 2), sono costituiti da specie considerate "sociali"; devono comprendere uno o più gruppi di alberi ben distribuiti e abbastanza numerosi da consentire una interfecondazione sufficiente. Questi, in pratica devono avere inoltre un numero di individui e una densità tali da evitare gli effetti sfavorevo-

li della riproduzione in parentela stretta.

L'estensione minima ammissibile per un soprassuolo deve essere di almeno 0,01 km<sup>2</sup>.

La struttura demografica del popolamento forestale deve essere distribuita in maniera equilibrata tra classi diametriche per popolamenti coetanei e di età per popolamenti discetanei.

### Aree di raccolta

Quando si considerano specie poco "sociali" ma di maggior diffusione come *Acer* sp., *Prunus avium*, *Fraxinus* sp. ecc., si può ricorrere



Foto 1 - Una fonte di seme di ciliegio selvatico.



Foto 2 - Un soprassuolo di larice.



**Foto 3** - Un'area di raccolta di ciliegio al momento della fioritura.

alla definizione di **aree di raccolta** del seme. Queste, come già accennato possono essere considerate come una estensione dei soprassuoli. Sono infatti delle popolazioni sparse e di difficile delimitazione topografica, tuttavia più consistenti delle fonti di seme dal punto di vista numerico e della superficie; devono essere costituiti da almeno 30 alberi adulti (Foto 3), che crescono all'interno di un'area delimitata da confini o barriere geografiche (catene montuose, fiumi, laghi ecc.) omogenea dal punto di vista fisiografico. Dovrebbero avere una densità media non inferiore a 7-8 piante/ha. La distanza minima tra questi alberi non deve essere inferiore a 50 m al fine di ridurre il

rischio di campionare polloni radicali (DUCCI e SANTI 1997).

**Parametri minimi descrittivi obbligatori per i materiali iscritti come "identificati alla fonte"**: origine/provenienza, regione di provenienza, ubicazione e altitudine o estensione altimetrica del luogo o dei luoghi in cui sono raccolti i materiali di moltiplicazione. E' quindi necessario delimitare aree fisiografiche (di solito bacini idrografici) interne alle regioni di provenienza, che considerino i crinali come elemento di rallentamento dei flussi genici; la funzione delle aree fisiografiche è di delimitare geograficamente queste popolazioni sparse e di poter quindi attribuire loro un nome ed un codice oltre a fornirne i parametri richiesti.

Occorre inoltre verificare se i materiali di base sono:

- **autoctoni, non autoctoni** o di origine sconosciuta, oppure
- **indigeni, non indigeni** o di origine sconosciuta.

Per i materiali di base non autoctoni o non indigeni deve essere dichiarata l'origine, se conosciuta.

## 4.2 Requisiti minimi dei materiali "selezionati"

[Allegato III della Direttiva 1999/105/CE]

FULVIO DUCCI  
ROBERTA PROIETTI

Sono ammessi a questa categoria solo i **soprassuoli**, quindi popolazioni ben definibili e delimitabili geograficamente. Le **aree di raccolta** possono esservi incluse in quanto assimilabili ai soprassuoli; dovrebbero infatti servire, come

già accennato, a descrivere popolazioni tipiche di specie a distribuzione sparsa, non troppo sporadiche, ma che per loro natura non si presentano mai in estese popolazioni pure. Il soprassuolo e l'area di raccolta devono essere

valutati e selezionati fenotipicamente, in riferimento a popolazioni circostanti a parità di condizioni generali di fertilità ecologica. In pratica il termine di confronto è dato dalle popolazioni della stessa specie presenti nella stessa regione di provenienza. Dichiarare "selezionate" popolazioni di ottime piante che crescono su ottimi terreni non è corretto. E' necessario effettuare la selezione operando con metodo comparativo: a parità di condizioni di fertilità stazionale generale o nell'ambito di una stessa regione ecologica è sempre meglio selezionare le popolazioni migliori per accrescimento e per le caratteristiche che si ritengono utili. Selezionare una popolazione di ottime caratteristiche senza aver verificato le condizioni di cui sopra, si può fare solamente nel caso in cui non si disponga di altre popolazioni con cui confrontarla.

E' necessario, inoltre, tener conto del fine specifico cui è destinato il materiale di moltiplicazione (prodotti legnosi, non legnosi, protezione, ricostituzione ambientale); a seconda della specie considerata e del fine specifico per cui il materiale viene selezionato, viene attribuita la debita importanza ai requisiti di cui ai punti da 1 a 10 sotto indicati. I criteri di selezione sono individuati secondo le esigenze stabilite dalle autorità tecniche competenti. Il fine per cui quel dato materiale viene o è stato selezionato fenotipicamente deve essere indicato nei **Libri Regionali** dei materiali di base e nel **Libro Nazionale** poichè dovrà essere indicato anche nel **Registro Ufficiale Europeo** (vedi capitolo 7).

I soprassuoli o boschi da seme, possono essere anche costituiti anche da piantagioni, purché rispondano ai requisiti richiesti.

1) **Origine**: occorre appurare, mediante prove storiche o altri mezzi appropriati, quindi anche sperimentali, se il soprassuolo sia autoctono/indi-

geno, non autoctono/non indigeno o di origine sconosciuta; per i materiali di base non autoctoni o non indigeni deve essere dichiarata l'origine, se conosciuta.

2) **Isolamento**: i soprassuoli devono essere sufficientemente distanti da altri soprassuoli, di minor qualità, della stessa specie o da soprassuoli di una specie o varietà suscettibile di dar origine ad ibridazioni. Occorre prestare particolare attenzione a tale requisito qualora i soprassuoli autoctoni/indigeni siano circondati da soprassuoli non autoctoni/non indigeni o di origine sconosciuta.

3) **Entità e struttura della popolazione**: valgono le caratteristiche già descritte per soprassuoli e aree di raccolta "identificati alla fonte". L'iscrizione ai Libri nella categoria "selezionati" non può prescindere da una valutazione dei principali parametri genetici descrittivi della diversità interna e della struttura genetica della popolazione (livelli di polimorfismo, di eterozigosi, indici di fissazione ecc.) comparati con quelli generali della specie. Questo deve essere fatto allo scopo di verificare che le popolazioni prese in esame non presentino particolari problemi di equilibrio genetico. Questi parametri dovrebbero essere monitorati almeno ogni 15 anni, al fine di adottare opportuni provvedimenti per garantire la conservazione dinamica *in situ* della popolazione e per verificarne l'idoneità. I **disciplinari di gestione** previsti per i materiali di base, hanno lo scopo, in questo caso, di garantirne la continuità e prevedere eventuali correzioni della struttura sia dal punto di vista genetico che demografico (SOLBRIG 1980).

4) **Età e sviluppo**: i soprassuoli devono comprendere alberi che abbiano raggiunto un'età o una fase di sviluppo tale che i caratteri per la selezione possano essere valutati con sicurezza. Nel caso di piantagioni l'età media accettabile

può essere intorno a 30 anni.

5) **Omogeneità:** i soprassuoli devono presentare una normale variabilità individuale dei caratteri morfologici. Se necessario, gli alberi di qualità inferiore devono essere eliminati.

6) **Adeguatezza:** i materiali devono essere chiaramente adeguati alle condizioni ecologiche prevalenti nella regione di provenienza.

7) **Stato sanitario e resistenza:** gli alberi devono, in linea generale, essere indenni da attacchi di organismi nocivi e resistenti alle influenze sfavorevoli del clima e del luogo. Viene fatta eccezione per i danni causati dall'inquinamento.

8) **Produzione quantitativa:** per l'ammissione dei soprassuoli selezionati la produzione quan-

titativa di legno dev'essere, in linea generale, superiore a quella che si considera come media in analoghe condizioni ecologiche e di gestione selvicolturale.

9) **Qualità del legno:** la qualità del legno dev'essere presa in considerazione quando possibile e in certi casi può divenire un criterio essenziale.

10) **Forma o portamento:** gli alberi nei soprassuoli e nelle aree di raccolta devono presentare in generale caratteri morfologici particolarmente favorevoli, in particolare la dirittura e la circolarità del fusto. Altri parametri da considerare sono rappresentati da: assenza di biforcazioni, andamento della fibra, dimensioni dei rami e capacità di autopotatura.

## 4.3 Requisiti minimi dei materiali "qualificati" (Allegato IV della Direttiva 1999/105/CE)

FULVIO DUCCI  
ROBERTA PROIETTI

In questa categoria vengono iscritti materiali di base per i quali ancora non sono state concluse le prove comparative necessarie per l'iscrizione alla categoria superiore (controllati). In moltissimi casi, infatti, a causa della durata delle sperimentazioni necessarie per la valutazione fenotipica, se ne avvia l'utilizzazione mediante approvvigionamento di seme mentre le prove comparative sono ancora in corso. Per questa fase può essere sufficiente che le piantagioni siano arrivate ad un'età che consenta di avere indicazioni preliminari circa il materiale di propagazione messo a confronto. In genere, possono essere sufficienti, per questo scopo tempora-

neo, da 10 a 15 anni di sperimentazione.

### Arboreti da seme

Sono *piantagioni costituite da materiale sottoposto a miglioramento genetico*. Essi devono essere isolati da polline proveniente da materiali di qualità inferiore, o che comunque determinino un apporto eccessivo di polline dall'esterno; devono inoltre essere gestiti in maniera intensiva per produrre strobili, frutti e semi forestali (BARNER *et al.* 1988).

La variabilità negli arboreti, conoscendo le modalità riproduttive della specie trattata e le caratteristiche genetiche del materiale paren-

tale che vi è stato piantato, deve essere sotto stretto controllo. Le piante che li compongono infatti, che si tratti di copie clonali o di progenie di fenotipi selezionati, devono essere tutte individuate e catalogate. Il seme che viene prodotto è ritenuto di buona qualità, in grado di fornire elevati guadagni genetici, risultando dall'incrocio di piante superiori, e di dare origine ad una produzione vivaistica di maggior valore (GRANHOF 1991). E' inoltre il caso di ribadire che, pur se composti da materiali sottoposti a selezione o a miglioramento genetico, gli arboreti, per quantità di individui, progenie o cloni diversi e per modalità di mescolanza delle piante, dovrebbero assicurare livelli di variabilità e struttura genetica interna molto prossimi all'equilibrio panmittico di Hardy-Weinberg. Tuttavia, per poter essere iscritto alla categoria "controllati", un arboreto deve essere sottoposto a prove comparative per dimostrarne l'effettivo valore. E' importante che il materiale certificato come "qualificato" venga usato preferibilmente nelle regioni di provenienza dei materiali usati per costituirlo. Solo in seguito a sperimentazioni multisito e verificata la reale superiorità, i materiali prodotti potranno essere impiegati con successo anche in altre zone. Frequentemente, al fine di risparmiare tempo e denaro, molte prove comparative di progenie o test clonali, possono essere utilizzati come arboreti da seme. In realtà le caratteristiche di questi arboreti in fase di valutazione non sono ancora ottimali, non essendo eliminate le piante delle progenie peggiori, né le peggiori piante di quelle migliori. Infatti, scopo di un arboreto da seme è far sì che la superiorità del materiale di propagazione prodotto sia determinata dalla varianza genetica additiva trasmessa dai genitori delle progenie risultate migliori.

Per l'iscrizione di arboreti a questa categoria è

necessario verificare i seguenti requisiti:

a) Il tipo di arboreto, l'obiettivo, lo schema d'incrocio e la disposizione in campo, la descrizione dei componenti, il livello di isolamento nonché l'ubicazione. Qualsiasi cambiamento di tali elementi deve essere approvato e registrato dall'organismo ufficiale.

b) I cloni o le famiglie componenti l'arboreto devono essere selezionati per le loro caratteristiche principali (con particolare attenzione ai requisiti di cui ai punti 4, 6, 7, 8, 9 e 10 dell'allegato III, vedi capitolo 4.2).

c) I cloni o le famiglie componenti devono essere, o essere stati, piantati secondo un piano approvato dall'organismo ufficiale e definiti in modo tale che ogni componente possa essere identificato.

d) I diradamenti effettuati negli arboreti da seme devono essere descritti, insieme ai criteri di selezione utilizzati per ciascun tipo di diradamento, e registrati presso l'organismo ufficiale.

e) Gli arboreti da seme devono essere gestiti, e le sementi raccolte, in modo tale da conseguire gli obiettivi degli arboreti stessi. Nel caso di un arboreto da seme destinato alla produzione di un ibrido artificiale, la percentuale di ibridi nei materiali di moltiplicazione dev'essere appurata mediante una verifica su basi morfologiche e/o genetiche.

### **Genitori o piante parentali**

Come noto, anche se in Italia l'impiego è limitato a pochi casi salvo che per scopi di ricerca e sperimentazione, anche singole piante possono essere usate come materiale di base per produrre materiale di propagazione di elevato valore culturale, da destinare a produzioni o fini forestali che ne richiedono l'impiego.

In genere il tecnico miglioratore, quando opera la selezione massale, effettua una valuta-

zione iniziale di singole piante (**genotipi**) sulla base dell'espressione **fenotipica** di determinati caratteri (Foto 4). Tuttavia non ha la certezza che le ottime caratteristiche siano determinate effettivamente dalla componente genetica (WRIGHT 1976). L'espressione fenotipica degli individui di una popolazione è determinata dall'interazione di due fattori: l'**ambiente** ed il **genotipo**. Quest'ultimo è a sua volta determinato da due componenti:

- a) una **componente additiva** (varianza additiva), che rappresenta la variabilità dovuta all'azione di alleli che possono contribuire (alleli *plus*) o no (alleli *minus*) alla manifestazione del carattere ed i cui effetti vengono cumulati. E' tipica di geni quantitativi, che controllano cioè caratteri esprimibili attraverso una misurazione (altezza, peso, produttività). E' questa la componente su cui può agire il miglioratore per caratteri quantitativi;
- b) una **componente non additiva** (varianza non additiva) che si riferisce all'azione di geni i cui alleli non presentano additività, bensì dominanza o altre forme di interazione (caratteri mendeliani).

E' quindi necessario procedere alla valutazione di questi **genitori** realizzando test comparativi di discendenze di fratellastri o di fratelli in diverse situazioni ambientali. Nel primo caso si andrà a valutare l'**attitudine generale alla combinazione** della pianta materna, ovvero la sua *capacità di produrre discendenze superiori incrociandosi con altri genitori*. Nel secondo, ricorrendo ad incroci controllati, si potrà **valutarne l'attitudine specifica alla combinazione**, ovvero la *capacità di pro-*



**Foto 4** - Fenotipo superiore di ciliegio selvatico, selezionato in foresta.

*durare progenie superiori combinandosi con un altro particolare individuo* (ZOBEL e TALBERT 1984). L'eventuale livello di superiorità di discendenze è legato all'**ereditabilità** dei caratteri studiati ed alla capacità del sito di valorizzarli. Produrre progenie di fratellastri è meno costoso che produrne di fratelli, inoltre la variabilità assicurata dai primi è leggermente più elevata di quella prodotta dai secondi; dall'altro lato i guadagni genetici assicurati da famiglie di fratelli sono maggiori che nei fratellastri. Resta da valutare il vantaggio nell'impiegare l'una o l'altra produzione ai fini

della piantagione che si vuol realizzare. In genere materiali di propagazione rispondenti alle caratteristiche di famiglie di fratellastri vengono prodotti per raccolta diretta in foresta, da fenotipi superiori, oppure in arboreti in cui più impollinatori raggiungono la stessa pianta madre. E', ad esempio, il caso di piantagioni in cui si generano ibridi spontanei tra un noce nero (*Juglans nigra*), che funge da pianta materna, e noce comune (*Juglans regia*) di cui più piante fungono da piante paterne. Gli ibridi di noce prodotti in Francia si sono generati spontaneamente in questa maniera.

Per ottenere correntemente la produzione di famiglie di fratelli è necessario clonare le piante parentali e far sì che possano incrociarsi preferenzialmente tra loro in appositi arboreti da seme (**arboreti biclonali**).

Per le ragioni sopra esposte viene richiesto che le piante parentali debbano soddisfare i seguenti requisiti minimi per poter essere ammesse tra i materiali di base:

- a) I genitori devono essere selezionati per le loro caratteristiche principali (con particolare attenzione ai requisiti di cui ai punti 4, 6, 7, 8, 9 e 10 dell'allegato III, vedi capitolo 4.2), oppure selezionati per la loro capacità di combinazione.
- b) L'obiettivo, lo schema d'incrocio e il sistema d'impollinazione, i componenti, l'isolamento, l'ubicazione e qualsiasi cambiamento rilevante di tali elementi devono essere approvati e registrati dall'organismo ufficiale.
- c) L'identità, il numero e la proporzione dei genitori in un miscuglio devono essere approvati e registrati dall'organismo ufficiale.
- d) Nel caso di genitori destinati alla produzione di un ibrido artificiale, la percentuale di ibridi nei materiali di moltiplicazione dev'essere appurata mediante una verifica.
- b) Il valore del singolo clone deve risultare dall'esperienza o essere dimostrato da una sperimentazione sufficientemente lunga.
- c) Gli **ortet** destinati alla produzione di cloni devono essere selezionati per le loro caratteristiche principali (con particolare attenzione ai requisiti di cui ai punti 4, 6, 7, 8, 9 e 10 dell'allegato III, vedi capitolo 4.2).
- d) Gli Stati fissano un limite massimo di anni o di **ramet** prodotti, ai fini dell'ammissione.

### Miscugli di cloni<sup>(2)</sup>

I miscugli di cloni devono soddisfare i seguenti requisiti minimi per poter essere ammessi tra i materiali di base.

### Cloni<sup>(1)</sup>

I cloni devono soddisfare i seguenti requisiti minimi per poter essere ammessi tra i materiali di base.

- a) Il clone deve essere identificabile per i suoi caratteri distintivi, che devono essere approvati e registrati dall'organismo ufficiale.

- a) Il miscuglio di cloni dev'essere conforme ai requisiti di cui al precedente punto, lettere a, b e c.

b) L'identità, il numero e la proporzione dei cloni che compongono un miscuglio, il metodo di selezione e le materie prime devono essere approvati e registrati dall'organismo ufficiale. Ogni miscuglio deve presentare una diversità genetica sufficiente.

- c) Gli Stati fissano un limite massimo di anni o di **ramet** prodotti ai fini dell'ammissione.

(1) Si fornisce qui solo la definizione di clone data dalla direttiva 1999/105/CE, l'argomento è approfondito nel capitolo 4.5.3.2.

(2) Si fornisce qui solo la definizione di miscuglio di cloni data dalla direttiva 1999/105/CE, l'argomento è approfondito nel capitolo 4.5.3.3.

## 4.4 Requisiti minimi dei materiali "controllati"

(Allegato U della Direttiva 1999/105/CE)

FULVIO DUCCI

I materiali di base per la produzione di materiali forestali di moltiplicazione che possono essere iscritti a questa categoria sono: soprassuoli/aree di raccolta seme/popolazioni, arboreti da seme, genitori, cloni, miscugli di cloni e OGM (con le restrizioni di cui ai sensi della legislazione europea, nazionale e regionale vigente, vedi capitolo 4.5.4).

I requisiti dei materiali di base, necessari per l'iscrizione a questa categoria possono essere verificati:

- attraverso prove comparative;
- attraverso valutazione genetica dei componenti dei differenti tipi di materiale di base.

### REQUISITI PER LA VALIDITA' DELLE PROVE COMPARATIVE

#### Requisiti generali

I materiali di base devono essere già valutati conformi ai requisiti per l'iscrizione alla categoria "selezionati" relativamente ai soprassuoli/aree di raccolta (allegato III) o alla categoria "qualificati" relativamente agli arboreti da seme, i genitori, i cloni ed i miscugli di cloni (allegato IV) previste dalla Direttiva 1999/105/CE.

*Le prove effettuate per consentire l'ammissione di materiali di base sono predisposte, organizzate e condotte, e i relativi risultati sono interpretati, conformemente a procedure sperimentali riconosciute a livello internazionale.* I materiali di moltiplicazione sottoposti a prove comparative devono essere confrontati con uno o preferibil-

mente più testimoni scelti in precedenza. Questi testimoni possono essere costituiti da materiali già esistenti in commercio o, a seconda delle località dove si costituiscono le prove, anche quelli di provenienza locale.

Le prove devono essere condotte in almeno due stazioni con caratteristiche ambientali differenti, prescelte tenendo conto dell'uso che si farà del materiale di moltiplicazione nelle applicazioni pratiche. E' da sottolineare che frequentemente le prove comparative condotte in regioni ristrette hanno valore solamente locale, per cui sarebbe preferibile realizzarle in più di due località possibilmente poste a grande distanza ed in ambienti relativamente differenti per caratteristiche ecologiche generali.

#### Caratteri soggetti ad esame

- Le prove devono consentire di valutare caratteristiche specifiche, che devono essere indicate per ciascuna prova.
- L'esame verte normalmente sull'adattamento, sulla crescita e sui fattori biotici ed abiotici importanti. Inoltre, altri caratteri ritenuti importanti, tenuto conto del fine specifico perseguito, sono valutati in funzione delle condizioni ecologiche della regione in cui ha luogo la prova.

#### Documentazione

I dati registrati, che devono essere messi a disposizione dell'organismo ufficiale, devono indicare le stazioni in cui hanno avuto luogo le

prove, specificando l'ubicazione, il tipo di clima, il suolo, l'uso del suolo precedente all'impianto della prova, la costituzione, la gestione ed eventuali danni dovuti a fattori abiotici o biotici. L'età dei materiali e i risultati della valutazione devono essere registrati presso l'organismo ufficiale. I dati possono, anzi è auspicabile, fare riferimento a reti di piantagioni sperimentali in cui parte delle stazioni siano poste fuori dal territorio regionale, al fine di meglio valutare l'interazione *genotipo x ambiente*. Questa può essere definita come un certo grado di variabilità nella risposta che lotti di piante, semi, cloni o altro materiale di propagazione presentano quando vengono posti comparativamente in diverse località. Materiali caratterizzati da bassa interazione presentano un comportamento, entro i limiti compatibili con la specie, pressoché costante in tutti gli ambienti, materiali con alta interazione presentano un comportamento differenziato in località diverse. Quando ci si riferisce a comportamento costante, significa che la posizione di quel dato lotto rimane costante, o non subisce scostamenti significativi nelle graduatorie statistiche dei lotti sottoposti a prova comparativa, materiali che crescono e si adattano bene ovunque (il sogno di ogni vivaista forestale!), sono caratterizzati da bassa interazione *genotipo x ambiente*. Lo stesso vale per i materiali di scarsa produttività ovunque. Viceversa, i materiali che hanno un comportamento "specialistico" in particolari situazioni ambientali, sono considerati ad alta interazione *genotipo x ambiente*.

Questa può essere osservata e definita nelle sue componenti a vari livelli: *specie x ambiente*, *provenienza x ambiente*, *discendenza x ambiente*, *clone x ambiente*. La **componente ambientale** può essere determinata da variazioni microambientali all'interno delle singole prove compa-

rative e, come quella genotipica, deve essere estrapolata con metodi statistici ed appropriati disegni sperimentali. E' per questo scopo che si richiede l'impostazione di prove sperimentali multisito.

### Dispositivi sperimentali

- Ogni campione di materiale di moltiplicazione dev'essere costituito, piantato e gestito in modo identico, per quanto lo consentono i diversi tipi di materiale vegetale e le caratteristiche dalle diverse stazioni.

- Ogni esperimento dev'essere condotto secondo un progetto statistico valido, con un numero di alberi sufficiente per poter valutare le caratteristiche proprie di ciascun componente da esaminare.

- Testimoni:

- il comportamento di testimoni usati come riferimento nelle prove dovrebbe essere di norma già conosciuto da un periodo sufficientemente lungo nella regione in cui il test viene effettuato. Esso deve rappresentare, per quanto possibile materiale impiegato per fini forestali già al momento dell'inizio della sperimentazione e nelle condizioni ecologiche in cui questa si effettua;

- per prove comparative di ibridi interspecifici, i testimoni devono essere costituiti anche dalle specie parentali;

- di norma vengono usati testimoni, tuttavia se necessario e giustificato, questi possono essere rimpiazzati da materiale sotto prova prescelto (in genere un materiale di provenienza locale) o dalla media generale della prova;

- gli stessi testimoni vengono impiegati in tutta la prova multistazionale.

### Analisi e validità dei risultati

- I dati che risultano dagli esperimenti devono essere analizzati con metodi statistici rico-

nosciuti a livello internazionale; devono essere presentati risultati per ogni carattere soggetto a esame.

- Il metodo applicato per la prova e i particolari relativi ai risultati ottenuti devono essere liberamente accessibili.

- Dev'essere inoltre proposta la regione ecologica di probabile impiego all'interno del territorio regionale in cui è stata effettuata la prova e devono essere indicate le caratteristiche che potrebbero limitarne l'utilità.

- Se, durante le prove, si dimostra che i materiali di moltiplicazione non sono conformi almeno alle caratteristiche dei materiali di base, o di analoga resistenza nei confronti di organismi nocivi d'importanza economica (esempio la cilindrosporiosi per il ciliegio o alcune batteriosi del noce), tali materiali di moltiplicazione vanno eliminati.

- Le prove hanno una durata non inferiore ai 10 anni per i materiali di base destinati a fini della produzione legnosa e non inferiore a 5 per quelle destinati ad altri fini previsti dalla normativa forestale.

- Interpretazione dei dati:

- per almeno un carattere importante, tra quelli esaminati, deve essere dimostrata superiorità statisticamente significativa;

- se caratteri importanti dal punto di vista economico mostrano inferiorità significativa, deve essere dimostrato che c'è compensazione per altri caratteri favorevoli;

- dati preliminari raccolti nelle fasi giovanili della prova possono essere accettati per un'iscrizione provvisoria nella categoria, per un periodo non superiore a 10 anni, dopo tale periodo vengono acquisiti nuovi dati per la definitiva valutazione ed iscrizione/cancellazione del materiale;

zione del materiale;

- dati provenienti da prove precoci in vivaio, serra e/o laboratorio possono essere accettati come validi solo a condizione che sia dimostrata correlazione stretta tra carattere misurato in ambiente controllato e carattere normalmente misurato sul lungo periodo in campo comparativo.

## REQUISITI PER LA VALUTAZIONE GENETICA DEI COMPONENTI DEI MATERIALI DI BASE

- Possono essere sottoposti a valutazione genetica i componenti dei seguenti materiali di base: arboreti da seme, genitori di fratelli o fratellastri, cloni e miscugli di cloni e OGM.

- Per l'ammissione dei materiali di base è richiesta la seguente documentazione supplementare:

- l'identità, l'origine e l'albero genealogico dei componenti valutati;

- la designazione del metodo d'incrocio utilizzato per ottenere i materiali di moltiplicazione impiegati nella prova.

- Procedure di prova; devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- il **valore genetico** di ciascun componente dev'essere valutato in due o più stazioni, delle quali almeno una deve trovarsi in un ambiente adatto all'uso proposto dei materiali di moltiplicazione;

- la supposta superiorità dei materiali di moltiplicazione da commercializzare dev'essere valutata in base a tali valori genetici e alla specifica designazione dell'incrocio;

- le prove e le valutazioni genetiche devono essere approvate dall'organismo ufficiale.

## 4.5 Materiali di base che è possibile includere nelle categorie "qualificati" e "controllati" - Approfondimento

### 4.5.1 Arboreti da seme

ANDREA TANI  
ALBERTO MALTONI

La definizione di arboreti da seme viene fornita dalla Direttiva all'articolo 2, punto III.

**Arboreti da seme:** *piantagioni di cloni o famiglie selezionate, isolate contro ogni impollinazione estranea o organizzate in modo da evitare o limitare tale impollinazione, e gestite in modo da produrre raccolti frequenti, abbondanti e facili.*

Si tratta quindi di impianti artificiali costituiti e trattati con la finalità di produrre seme di qualità e quantità superiori rispetto a quanto ottenibile in natura. La qualità genetica viene conferita da una parte utilizzando per l'impianto postime derivante, per via vegetativa o per via sessuata, da individui selezionati, dall'altra favorendo al massimo gli scambi genici tra le piante che formano l'arboreto ed evitando al contempo, il più possibile, l'ingresso di polline prodotto da piante estranee all'impianto. Le qualità colturali della semente risultano invece positivamente influenzate da una serie di scelte ed interventi che mirano a porre le piante nelle condizioni ideali per portare a termine i processi riproduttivi, riducendo così i fenomeni di alternanza di produzione del seme negli anni. Le raccolte del seme risultano poi estremamente poco onerose se paragonate a quelle effettuate in bosco perché il seme è presente in quantità maggiore ed è più facilmente raggiungibile.

Gli arboreti da seme rappresentano un passaggio obbligato di qualunque programma organico di miglioramento genetico ed esiste una vasta letteratura sulla progettazione e la gestione di tali impianti.

A seconda del tipo di propagazione impiegato per ottenere gli individui che vanno a costituire questi impianti possiamo distinguere **arboreti clonali** e **arboreti di famiglie** (FAULKNER 1975).

Negli **arboreti clonali** il materiale impiantato è rappresentato da copie vegetative (piante ottenute generalmente o da talea o per innesto) di piante selezionate o per le caratteristiche fenotipiche che manifestano in bosco (**piante plus**) o per le superiori caratteristiche genotipiche messe in luce grazie a prove di discendenza (**piante d'élite**). Un tipo particolare di arboreto clonale è rappresentato dagli impianti costituiti con individui appartenenti a specie diverse, ma interfertili, per ottenere ibridi che presentino una notevole superiorità per sviluppo o forma nei confronti degli individui delle due specie parentali (questo grazie a fenomeni di **eterosi** o **vigore ibrido**).

Negli **arboreti di famiglie** vengono poste a dimora piantine che rappresentano le discendenze di singole piante: se la discendenza è ottenuta da libera impollinazione i semi daranno origine a famiglie di **fratellastri**; quando invece si fa ricorso all'impollinazione controllata, i semi daranno origine a **famiglie di fratelli** nel caso si impieghi polline di singole piante, oppure avremo **famiglie di fratellastri** se per l'impollinazione viene impiegato un

miscuglio di pollini, generalmente ottenuto dai migliori individui.

Per evitare la produzione di semente di scarsa qualità per fenomeni imputabili alla consanguineità delle piante è necessario che gli individui che andranno a costituire l'effettivo dell'arboreto vengano scelti in numero piuttosto elevato. La soluzione del problema pratico scaturisce necessariamente dall'approfondita conoscenza dei meccanismi di riproduzione (sia vegetativa che sessuale) della specie e della struttura genetica della popolazione considerata. Per limitare al massimo l'arrivo di materiale genetico indesiderato (polline proveniente da piante estranee all'impianto) devono essere previste, in sede progettuale, le distanze minime dagli individui in grado di impollinare (che variano a seconda del tipo di impollinazione - anemofila o entomofila - che caratterizza la specie), oppure può essere prevista la costituzione di barriere fisiche (con piante di specie diverse) nei confronti del polline esterno. Va tenuto presente che il contributo pollinico esterno (inquinamento) in un arboreto da seme può essere quantificato grazie all'analisi dei **marcatori genetici**. Nel caso questo risulti inaccettabile "l'organismo di controllo" può eliminare l'arboreto inquinato dall'Elenco Nazionale dei materiali di base. La qualità genetica della semente può inoltre essere migliorata favorendo gli scambi genici tramite l'impollinazione incrociata; a questo scopo è possibile trovare in letteratura schemi e programmi *software* per la realizzazione di appropriati *mating system* (sistemi d'incrocio).

La densità di impianto adottata varia a seconda del tipo di arboreto che si vuole costituire: nel caso degli arboreti con piante *d'élite* si adotta quella definitiva; densità via via maggiori sono previste per gli arboreti clonali con piante *plus* e nel caso degli arboreti di famiglie. La

densità definitiva deve comunque essere raggiunta in tempi brevi (al massimo 20 anni), intervenendo con diradamenti condotti con **criterio genetico** e eliminando i cloni o le famiglie che non si siano dimostrati rispondenti in pieno alle caratteristiche richieste. La valutazione dei cloni si effettuerà nel corso di esperienze appositamente predisposte, mentre le famiglie possono anche essere valutate all'interno dell'arboreto. Bisogna tener presente che i caratteri relativi all'accrescimento della pianta (sia incrementali che architetturali) possono essere così fortemente condizionati da una gestione delle piante che miri a rendere massima la produzione da seme, da mascherare il fenotipo ottenibile in quel particolare ambiente.

Per migliorare le caratteristiche agronomiche del seme che verrà prodotto, gli arboreti dovrebbero essere impiantati in località idonee generalmente individuate a quote analoghe a quelle dove vive il popolamento di origine, ma a latitudini più basse. Nell'Appennino toscano, ad esempio, i Servizi Forestali tedeschi hanno impiantato e tuttora utilizzano per la produzione di seme, un arboreto da seme di *Picea abies*. Il seme che vi si raccoglie è di origine tedesca, anche se di provenienza appenninica. In località meridionali i fattori favorevoli alla produzione del seme sono rappresentati da: primavere asciutte, forti apporti radiativi che favoriscono la formazione di gemme fiorali (sia maschili che femminili) dell'anno successivo e durata della stagione vegetativa sufficientemente lunga da permettere una completa maturazione del seme. Risulta poi sicuramente favorevole un regime moderato di venti e precipitazioni che non ostacolano l'impollinazione. A livello delle singole piante agiscono, sempre in questo senso, la ridotta densità definitiva e gli inter-

venti di potatura realizzati secondo principi mutuati dalla frutticoltura e che portano ad una migliore illuminazione dell'intera chioma. Nell'arboreto da seme viene adottato un modulo colturale estremamente intensivo fin dal momento dell'impianto, con lavorazione andante del terreno, concimazioni di fondo, pacciamature, predisposizione di protezioni collettive o individuali nei confronti della fauna, posa di pali tutori ecc.. Allo scopo di ottenere raccolti frequenti e abbondanti possono essere inoltre previsti interventi molto particolari, quali periodiche concimazioni, cercinatura delle piante e trattamenti con ormoni.

Uno strumento fondamentale può essere rappresentato dal **piano di gestione dell'arboreto**. Sebbene non lo richiami esplicitamente, la Direttiva all'allegato IV prevede l'approvazione e la registrazione da parte dell'organismo ufficiale di tutta una serie di elementi progettuali e di cure successive all'impianto che possono essere raccolti in un documento vincolante. Si fa notare che fra le cure colturali che devono essere sottoposte a registrazione figurano i diramamenti, che vengono menzionati nella traduzione italiana del testo della Direttiva col termine "diramature".

I materiali di moltiplicazione prodotti dagli arboreti da seme sono rappresentati da **unità seminali** che, come già accennato in precedenza, a seconda dei requisiti soddisfatti dalle piante che costituiscono l'impianto possono essere classificati (art. 2, punto 1) come "qualificati" (etichetta o documento di accompagnamento rosa) oppure come "controllati" (etichetta o documento di accompagnamento blu).

Le piantine che si origineranno da questo seme risulteranno migliorate geneticamente rispetto alla popolazione di partenza e se ne

potrà prevedere un adeguato impiego utilizzando in impianti a bassa densità (anche densità definitiva), per arboricoltura o comunque in impianti altamente produttivi; inoltre, qualora in sede progettuale venga fissato come principale finalità quella di favorire al massimo le combinazioni del patrimonio genetico, si potrà ottenere un aumento della biodiversità in specie sporadiche o per specie socievoli quando si sia in presenza di piccole popolazioni isolate.

## 4.5.2 Piante parentali

ALBERTO MALTONI  
ANDREA TANI

L'individuazione delle piante da cui raccogliere il seme rappresenta il primo punto su cui avviare la **selezione individuale** che, di norma, porta alla costituzione di arboreti da seme. La selezione individuale può essere perseguita con varie modalità:

- **selezione clonale** che può essere intesa come una componente di quella fenotipica,
- **selezione per famiglie**,

la prima fase di ognuna di queste modalità è rappresentata dall'individuazione in bosco di fenotipi di pregio (piante *plus*) che andranno a costituire la popolazione di piante parentali. I criteri con cui effettuare la scelta degli individui parentali possono essere anche molto rigorosi, ma poiché questi si basano sempre sulla valutazione di aspetti fenotipici, l'efficienza dei criteri selettivi adottati sarà funzione del grado di correlazione tra fenotipo e genotipo, e quindi pienamente valutabile solo dopo avere effettuato prove comparative o prove di

discendenza.

### **Criteri di scelta degli individui parentali**

È auspicabile che il procedimento prenda avvio da soprassuoli che, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, abbiano soddisfatto determinati requisiti di elevata produttività, piuttosto omogenei, in buono stato fitosanitario e sufficientemente isolati da pollini di popolazioni "estrane" della stessa specie o di specie affini. In questa sede è opportuno porre l'accento sull'importanza dell'origine certa del popolamento. La conoscenza delle caratteristiche ambientali della zona di origine, che hanno operato quindi una pressione selettiva a favore degli individui considerati, è di fondamentale importanza per la definizione, su base analogica, dei campi di idoneità di impiego del materiale forestale di propagazione da essi derivato.

A livello di selezione di singoli individui la Direttiva 1999/105/CE, a proposito dei requisiti minimi necessari per la loro ammissione, richiama alcuni punti dell'allegato III che di seguito verranno commentati dando particolare importanza all'età e allo sviluppo delle piante.

### **Età e sviluppo**

Si tratta di un aspetto di primaria importanza. In primo luogo occorre che le piante abbiano raggiunto una età e uno sviluppo tali da permettere una corretta valutazione delle caratteristiche che si intende privilegiare nella selezione. Una selezione troppo precoce, basata su parametri caratterizzanti l'accrescimento, potrebbe condurre all'individuazione di piante ad accrescimento più rapido nei primi anni. L'esperienza insegna che, in casi tutt'altro che rari, queste possono essere raggiunte e superate da altre negli anni successivi. Analogamente a

quanto viene consigliato per l'individuazione delle migliori provenienze, nell'ambito della selezione razziale o ecotipica, si possono ritenere stabili le graduatorie di altezza raggiunte ad una età non inferiore a 1/3 della durata del turno comunemente adottato per la specie considerata. Nel caso di popolamenti densi, non sottoposti a sfolli o diradamenti precoci, le piante ad accrescimento più precoce possono rimanere tali anche a età più avanzate in virtù di una "rendita da posizione dominante". L'età delle piante risulta avere riflessi molto importanti in funzione del metodo di propagazione che si intende perseguire. Nel caso della **propagazione gamica** è estremamente importante effettuare la raccolta del seme su piante mature che abbiano raggiunto la **fruttificazione commerciale**. Con questo termine si individua una *fase dello sviluppo della pianta in cui la produzione di seme del popolamento è talmente abbondante da giustificare economicamente la raccolta*. Quando la semente è abbondante, sia perché le piante hanno raggiunto la piena maturità, sia perché la raccolta avviene in una annata di **passiona**, anche le caratteristiche colturali della semente sono buone, per contro a una scarsa produzione di semente stanno caratteristiche colturali scadenti. Nel caso della **propagazione vegetativa**, soprattutto tramite taleaggio e micropropagazione, l'età avanzata di un individuo fornitore di materiale di propagazione può costituire una limitazione sia alla radicazione delle talee, sia alla reattività *in vitro* degli espianti; talvolta addirittura un impedimento. Tale comportamento è fortemente dipendente dalla specie considerata e particolarmente evidente in una specie come la douglasia, per la quale la possibilità di essere propagata vegetativamente è elevata nel caso di piante giovani, ma quando queste raggiungono una età tale da mettere in luce

caratteristiche di reale superiorità questa diminuisce fortemente fino a divenire nulla per le piante ultra mature (secolari). Anche in casi come questo la propagazione vegetativa di individui adulti è comunque possibile ricorrendo all'innesto oppure a trattamenti rivitalizzanti (o di ringiovanimento) come potature, innesto in cascata ecc..

### Omogeneità

La Direttiva europea fa riferimento ad una *normale variabilità dei caratteri morfometrici*. Gli alberi che formano il popolamento devono essere caratterizzati da una certa omogeneità morfologica concentrata su standard piuttosto elevati e, non a caso, si fa riferimento anche all'eliminazione di eventuali individui inferiori. Ciò rispecchia pienamente i presupposti per il perseguimento di un miglioramento genetico ai fini della produzione legnosa mentre, una tale procedura, che comporta necessariamente una riduzione della variabilità, può suscitare qualche perplessità circa le capacità adattative del materiale ottenuto.

### Stato sanitario e resistenza

Il buono stato sanitario delle piante e più in generale del popolamento, costituisce un altro aspetto di fondamentale importanza. La buona "salute" delle piante parentali è un requisito indispensabile per aumentare le probabilità di ottenere da queste una progenie più sana. Si tratta anche di un metodo indiretto, che, su base probabilistica, può comportare la realizzazione di arboreti con individui più resistenti della media della popolazione parentale.

### Produzione quantitativa, qualità del legno, forma e portamento

Si tratta di aspetti che nella Direttiva vengono richiamati singolarmente, ma che in sede di commento possono essere trattati complessivamente. Gli aspetti quantitativi della produzione legnosa possono essere facilmente valutati per popolamento e per le singole piante madri, rilevando i parametri dendrometrici classici e valutandoli in funzione dell'età del popolamento o delle piante. La capacità di trasmettere caratteristiche produttive superiori alla discendenza, come già detto, è rilevabile in tempi assai più lunghi sulla base degli esiti delle prove comparative o di discendenza. Un discorso analogo può valere anche per l'insieme delle caratteristiche tecnologiche del fusto che, nel loro complesso vanno a determinare la qualità del legno. In questo caso però le determinazioni sono più complesse e richiedono osservazioni e test di laboratorio su campioni dimensionali rispondenti ad apposite norme. In alcuni casi, peraltro piuttosto rari, la buona qualità del legname ricavabile da popolamenti, o più in generale da intere aree di raccolta, è nota e comprovata sulla base delle conoscenze storiche (abete rosso della Val di Fiemme, castagno dell'Amiata, ecc.). Per ciò che concerne la forma, il portamento e, si potrebbe aggiungere anche il modello architettonico, vi è una netta distinzione rispetto ai caratteri prima considerati: mentre gli aspetti quantitativi e la qualità del legno risentono più o meno nettamente delle caratteristiche ambientali, i parametri che caratterizzano la forma e il portamento risultano essere, sulla base di molti studi sperimentali, sottoposti a un forte controllo genetico e quindi la selezio-

ne su base fenotipica risulta avere una buona efficacia.

I programmi di **selezione intra-razziale** o **inter-ecotipica** per individui conducono all'ottenimento di un prodotto finale, rappresentato da materiali forestali di propagazione, classificabili nelle categorie "qualificati" o "controllati". Questi sono caratterizzati da elevato pregio, dal punto di vista delle potenzialità produttive e qualitative, ma che, come già segnalato, potrebbero essere caratterizzati da ridotta variabilità genetica. Il rischio di una drastica riduzione della variabilità genetica è massimo per la selezione per famiglie, in cui il numero di individui parentali è necessariamente più ridotto, a causa delle complessità nella gestione dei programmi sperimentali. Il materiale forestale di propagazione, definibile migliorato, deve essere quindi impiegato preferibilmente in impianti destinati esclusivamente alla produzione legnosa (arboricoltura), mentre un loro eventuale impiego nel "rimboschimento classico" o in interventi di rinaturalizzazione dovrebbe essere valutato caso per caso.

### 4.5.3 Materiale clonale

#### 4.5.3.1 Aspetti generali

FULVIO DUCCI  
ANNA DE ROGATIS

Quella della propagazione vegetativa è una pratica un uso da secoli in agricoltura: si pensi alla patata, a molti ortaggi, agli innesti di fruttiferi, alla floricoltura, ai pioppi ed ai salici. Per

secoli l'uomo ha ceduto i boschi, come anche per secoli uomini ed animali hanno vissuto sulle nostre montagne nutrendosi di castagne prodotte da piante innestate.

In campo forestale, a parte le salicacee, l'uso di talee radicate è ben conosciuto anche in altri paesi: in Giappone ad esempio da più di 100 anni è documentata la piantagione di materiale clonale di *Cryptomeria japonica* (ZOBEL e TALBERT 1984). Ma, senza andare così lontano, la produzione di legname di pregio impiegando cloni da legno di castagno, come le varietà *Mondistollo* del versante casentino del Pratomagno (Ar) e la *Politora* di Stazzema (Lu), entrambe toscane, sono altrettanto ben documentate da molto tempo.

La **propagazione vegetativa**, in pratica, rende possibile il trasferimento ad una serie di copie clonali (*ramet*) di tutto il potenziale genetico di un albero iniziale (*l'ortet*). Questo potenziale verrebbe invece a modificarsi in seguito alla ricombinazione genetica che si origina nella riproduzione gamica.

Da tempo, in molti paesi dell'Europa settentrionale, è in uso l'**arboricoltura da legno clonale**, spesso realizzata con conifere a rapido accrescimento (abeti, pini, douglasia) e latifoglie nobili, basata sulla piantagione di materiale selezionato e propagato per talea. La sintesi e la migliorata conoscenza dell'uso di ormoni rizogeni (HARTMANN e KESTER 1965) e la rapida evoluzione di biotecnologie *in vitro* hanno determinato l'espansione di questa modalità di riproduzione, consentendo di ovviare, per molte specie, ai normali problemi di radicazione indotti dalla senescenza dei materiali ottenuti da piante adulte. Le talee tratte da questi tendono infatti a non radicare più, via via che l'invecchiamento dell'*ortet* procede e le sue cellule perdono le capacità totipotenziali di differenziarsi, ad esempio in

primordi radicali (DUCCI e TOCCI 1978). Le biotecnologie hanno permesso di studiare i meccanismi fisiologici di questi aspetti e mettere a punto tecniche di ringiovanimento efficaci.

In selvicoltura i cloni possono avere anche altri vantaggiosi impieghi:

- conservazione di genotipi di particolare pregio in banche clonali di germoplasma;
- propagazione di genotipi, non altrimenti replicabili da destinare alla costituzione di arboreti da seme;

- valutazione della interazione *genotipo x ambiente* mediante test clonali multistazionali.

Nel caso degli arboreti da seme clonali, si ha inoltre il grande vantaggio di accorciare moltissimo i tempi di fruttificazione rispetto ad arboreti da seme di semenzali. Il vantaggio più importante per un impiego più ampio del materiale clonale consiste nell'ottenere il massimo guadagno genetico possibile nelle piantagioni produttive specializzate, replicando per intero i genotipi pregiati, e soprattutto ottenendo ampi lotti di prodotto legnoso omogenei qualitativamente, cosa non possibile con la riproduzione per seme. Infatti, ricordando che la **variazione genetica** in ciascun individuo è determinata da due componenti, una **additiva** ed una **non additiva**, se si opera impiegando la propagazione gamica è possibile al miglioratore agire direttamente solo sulla componente additiva, a meno che non si investa molto producendo semi da impollinazione controllata o da arboreti biclonali. La clonazione, come già accennato, consente di conservare sia la componente additiva che quella non additiva, quindi tutto il potenziale genetico della pianta iniziale. Per il loro interesse economico e per la necessità di adottare severi criteri di identificazione, rintracciabilità e caratterizzazione dei materiali di pro-

pagazione, i cloni devono essere iscritti esclusivamente al **Registro Nazionale dei Cloni Forestali**.

E' questo un tipo di materiale forestale di base che in Italia, a parte la pioppicoltura, tende ad essere sottovalutato. In parte questo fenomeno deriva dall'estrema diversità ambientale che ne limita l'impiego, ma anche è da sottolineare la tendenza diffusa ad escluderne a priori l'uso per cause collegate alla paura-rifiuto delle biotecnologie.

Il mondo dei tecnici va aiutato a superare questo blocco "psicologico" chiarendo che sono cloni anche quelli prodotti attraverso le tradizionali vie di propagazione agamica come innesto, talea, ecc.; il mezzo più moderno, ovvero la micropropagazione, serve solo a produrre grandi quantità a basso costo e può avere utili impieghi, ad esempio anche per il risanamento da patogeni o per il ringiovanimento fisiologico finalizzato a migliorare la produzione vivaistica e il vigore delle piante. In fondo si tratta solo di una forma più moderna di produzione per talea.

In molte specie oggi impiegate per l'arboricoltura da legno, la propagazione clonale è un fatto già presente in natura, cosa altro sono i polloni radicali se non *ramet* dello stesso *ortet*? Il clone va considerato come uno "specialista" che può dare il meglio di sé solamente a patto che si rispettino determinate modalità di impiego, dalla scelta del sito, alla preparazione della piantagione sino alle cure colturali.

Sono inoltre necessarie azioni e soprattutto *know-how* perché si acquisisca, nel bagaglio professionale di funzionari, tecnici vivaisti, progettisti e gestori delle piantagioni, la consapevolezza delle elevate potenzialità derivanti dall'uso di cloni forestali. In ogni caso vanno adottati criteri prudenziali, tipici di qualsiasi investitore che possono essere riassunti, in

definitiva nel frazionamento del rischio. Con questo criterio è evidente che l'uso generalizzato di pochi cloni deve essere assolutamente scoraggiato, stabilendo normative che obblighino, in ogni caso, all'uso di **miscugli** in maniera da conservare sempre livelli sufficienti di diversità genetica.

L'uso del clone si giustifica quando per determinati motivi sia necessario sfruttare le caratteristiche di un particolare genotipo. In molti casi si ricorre all'uso di cloni perché altamente produttivi, come nel caso dei pioppi; in altri casi perché solo alcuni cloni hanno mostrato ottima resistenza ad agenti patogeni, come è avvenuto per il cipresso sempreverde contro gli attacchi di *Seiridium cardinale* (RADDI *et al.* 1990) o per l'olmo (MITTEMPERGER *et al.* 1996) contro la grafiosi. Il castagno, propagato per innesto, è stato per secoli impiegato per riprodurre alimenti o materiale da legno. Oggi anche il ciliegio selvatico è in fase di sperimentazione per la selezione di cloni idonei alla produzione intensive di legname pregiato (DE ROGATIS e FABBRI 1998).

E' evidente che l'impiego di materiale propagato per via vegetativa ha indubbi vantaggi per i forti guadagni, a causa della produttività e dell'elevata omogeneità del prodotto, che se ne possono ottenere. Tuttavia è sempre necessario considerare bene l'uso che se ne vuol fare e l'ambiente in cui si opera. Il clone è uno "specialista" che per funzionare bene deve trovarsi in condizioni ambientali perfette. Soprattutto, ai fini della gestione del materiale clonale, deve sempre valer la regola di frazionare il rischio con miscugli di cloni, in maniera che per uno che va male altri possano arrivare a buon fine.

In realtà, in natura, il clone è sempre stato usato da molte specie come un metodo di diffusione rapida e su brevi distanze di genotipi

particolarmente adatti a vincere la sfida della sopravvivenza in determinati micro-ambienti. Specie tipicamente colonizzatrici in certe fasi della successione ecologica come ciliegio, frasinio ed altre ancora, usano questa strategia molto di frequente. Talvolta si diffonde più variabilità, usando postime di vivaio ottenuto da propagazione vegetativa in miscuglio, di quanta se ne possa trovare in popolazioni naturali propagatesi con lo stesso sistema (DUCCI e SANTI 1997).

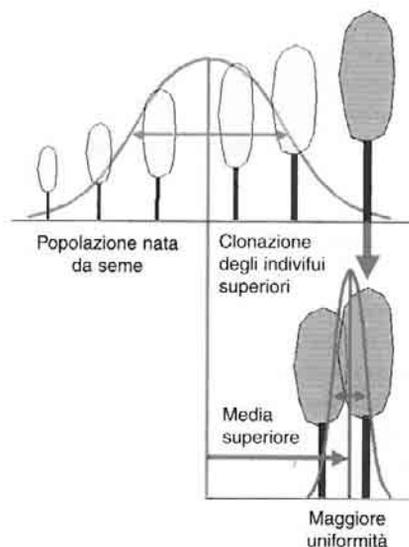
#### 4.5.3.2 Cloni

STEFANO BISOFFI

La Direttiva 1999/105/CE definisce **clone** un insieme di individui (**ramet**) derivati per via vegetativa da un unico individuo originale (**ortet**), per esempio per talea, micropropagazione, innesto, margotta o divisione.

La propagazione vegetativa comporta evidentemente l'identità genetica di tutti gli individui che si ottengono da un medesimo soggetto originario. Le differenze che eventualmente si riscontrano tra individui appartenenti allo stesso clone sono dovute a fattori non genetici quali l'interferenza di fattori ambientali o di fattori epigenetici quali la topofisi (*variazioni fenotipiche dovute all'organo o alla parte di pianta dalla quale il materiale per la propagazione è stato prelevato*). In realtà, l'uniformità fenotipica del materiale clonale è di gran lunga superiore rispetto a quella del materiale ottenuto per riproduzione gamica.

La propagazione vegetativa non è rara in natura, soprattutto per specie che normalmente o in conseguenza di perturbazioni del soprassuo-



**Figura 4** - I vantaggi della propagazione vegetativa.

lo emettono frequentemente polloni radicali: i pioppi e i salici sono esempi di specie che in natura affidano almeno in parte la propagazione a meccanismi di moltiplicazione vegetativa; un altro caso è quello di *Robinia pseudacacia* che, soprattutto in seguito al taglio del fusto principale, reagisce emettendo copiosamente polloni radicali.

La propagazione vegetativa in campo forestale trova però la sua massima giustificazione e più frequente applicazione nelle piantagioni principalmente orientate alla produzione di legno per impieghi industriali. L'esempio a tutti più familiare è certamente rappresentato dalla pioppicoltura che si è basata sulla propagazione vegetativa fin dai primordi dell'agricoltura, quando il pioppo rappresentava la principale risorsa legnosa per i vari consumi aziendali, ma soprattutto a partire dagli inizi del XX secolo con l'avvento della pioppicoltura specializzata.

I vantaggi offerti dalla propagazione vegetativa sono essenzialmente due (Figura 4). In primo luogo essa massimizza il guadagno genetico in programmi di selezione: nell'ambito di popolazioni naturali o derivate da piani deliberati di miglioramento genetico si riscontra una variabilità spesso assai elevata; la propagazione vegetativa degli individui superiori permette di fissarne le caratteristiche riproducendoli in un numero indefinito di copie. In secondo luogo la stessa uniformità di caratteristiche genetiche si riflette in fenotipi assai più omogenei di quanto si avrebbe in caso d'uso di individui ottenuti per riproduzione gamica. Omogeneità di caratteristiche tecnologiche, di ritmi di accrescimento, di reazioni alle pratiche colturali sono fattori di grande rilevanza economica per specie arboree destinate ad un impiego industriale.

Questi due aspetti hanno fatto sì che la propagazione vegetativa, e quindi l'impiego di cloni, sia stata estesa ad altre specie forestali per le quali essa fosse tecnicamente possibile (ad esempio attraverso la micro-propagazione) ed economicamente giustificata: eucalitti, ciliegio, abete rosso.

L'uniformità genetica, però, se rappresenta un indubbio vantaggio dal punto di vista tecnico ed economico, comporta anche svantaggi.

Il principale svantaggio delle piantagioni clonali è dato dalla facilità con la quale alcune malattie si possono diffondere: se un individuo è suscettibile ad un determinato agente patogeno lo sono nel medesimo grado tutti gli individui della piantagione. Se le piantagioni costituite con uno stesso clone sono estese su vaste aree si possono verificare epidemie di grandi proporzioni con gravi danni economici.

Per rimanere nel nostro Paese e limitarci alla pioppicoltura, basti rammentare le ripetute epidemie di defoliazione primaverile (*Venturia popu-*



**Foto 5** - Impianto di pioppo per uso industriale.

lina) degli anni '20 dalle quali appunto venne l'impulso per il miglioramento genetico del pioppo; oppure la rapida e devastante diffusione della bronzatura (*Marssonina brunnea*) importata dal Nord America negli anni '60; e in anni più recenti la rapida scomparsa dalla coltivazione nel Nord Italia della cultivar clonale 'Luisa Avanzo' a seguito dell'arrivo dalla Francia di una nuova razza di ruggine (*Melampsora larici-populina*), malattia alla quale era fino ad allora immune, e che ne accrebbe oltre misura una preesistente suscettibilità a malattie corticali.

Ciò però non deve far concludere che i cloni debbano essere banditi dall'uso. Ovviamente il loro impiego sarà limitato ai casi in cui il fine preminente di una piantagione sia la produzione di legno per uso industriale (Foto 5); mentre andrà generalmente evitato nelle situazioni in cui si voglia ricreare un ambiente forestale permanente.

Esistono, peraltro, strategie per prevenire i rischi di carattere epidemiologico pur salvaguardando le finalità produttive delle piantagioni industriali.

In primo luogo, le piantagioni, pur monoclonali a livello locale, possono essere policlonali a livello di territorio realizzando **mosaici di piantagioni**, ciascuna composta da un solo clone, ma variando il clone da una "tessera" all'altra. In caso di diffusione di malattie, la frammentazione crea una

discontinuità genetica che può rallentare la diffusione dei parassiti o semplicemente diminuire la massa d'inoculo presente. Inoltre, dal punto di vista meramente tecnico/economico, la perdita di una "tessera" consente di riutilizzare rapidamente l'apprezzamento colpito destinandolo ad un'altra coltura o ad un altro clone.

In secondo luogo, la variabilità genetica che una struttura a mosaico crea nello spazio può essere creata anche nel tempo, attraverso un rapido avvicendamento delle cultivar clonali in commercio. E' chiaro però che un tale avvicendamento è possibile solo se la coltura è assistita da un programma di miglioramento genetico e di selezione ampio e di lunga durata.

#### 4.5.3.3 Miscugli di cloni

STEFANO BISOFFI

I **miscugli di cloni**, secondo la Direttiva 1999/105/CE, sono *gruppi di cloni* (e quindi altrettanto riprodotti esclusivamente per via vegetativa) *identificati in proporzioni definite*. Si tratta di un tipo di materiale di base già previsto dalla precedente Direttiva 66/404/CEE anche se poco utilizzato a livello europeo e per nulla a livello nazionale italiano.

Le prime utilizzazioni forestali dei miscugli di cloni si svilupparono quando per alcune specie di largo impiego e di grande importanza economica, in particolare l'abete rosso (*Picea abies*), vennero sviluppate tecniche di propagazione vegetativa applicabili su larga scala. Soprattutto nei Paesi del Nord Europa, dove il ricorso al rimboschimento artificiale dopo il taglio è una prassi comune, i miscugli di cloni offrivano la possibilità di costituire boschi con

materiale altamente selezionato, con prospettive di ottenere un sensibile accorciamento dei turni e un miglioramento qualitativo dei soprassuoli.

Ovviamente i rischi di un'eccessiva restrizione della diversità genetica erano percepiti sia dai tecnici forestali che dal mondo scientifico, tant'è che il dibattito era focalizzato alla fine degli anni '70 e negli anni '80 sul numero minimo di cloni in un miscuglio.

In Italia di miscugli di cloni non si è mai fatto uso per la ragione prevalente che i rimboschimenti delle aree forestali soggette al taglio di utilizzazione sono per la quasi totalità affidati alla rinnovazione naturale e che, per eventuali imboschimenti *ex novo*, si è fatto ricorso a materiale proveniente da seme.

Curiosamente, anche nel caso di specie di facile propagazione vegetativa quali i pioppi, i miscugli di cloni hanno avuto scarso impiego. I soli esempi che si possono citare sono quelli delle varietà di selezione tedesca 'Tapiáu' (*Populus tremula*) e 'Brühl' (*Populus trichocarpa*), ciascuna costituita da meno di dieci cloni ed entrambe di scarsissimo impiego.

Con ciò non si vuole affermare l'assenza di interesse per questo tipo di materiali. Al contrario, i miscugli di cloni potrebbero essere utilizzati quando si volesse ricostituire, con specie di facile propagazione vegetativa, ambienti da lasciare alla successiva evoluzione naturale. Ad esempio, per la rinaturalizzazione di ambienti fluviali, di cave dismesse, di discariche da bonificare e in generale di quegli ambienti dove specie pioniere di rapido accrescimento quali i pioppi e i salici rappresentano la scelta ideale tra le specie arboree. In tali situazioni, nelle quali è evidentemente preferibile disporre di specie della flora autoctona, l'impiego di miscugli di cloni geneticamente differenziati, ma nel contempo selezionati per

importanti caratteri adattativi, potrebbe essere assai utile.

## Requisiti per l'ammissione

Sia i cloni che i miscugli di cloni sono materiali di base che possono essere ammessi nelle categorie "qualificati" e "controllati"<sup>(1)</sup>.

### Cloni e miscugli di cloni "qualificati"

La prima delle due categorie (che non esisteva nella precedente Direttiva 66/404/CEE) prevede un'applicazione a livello di singolo individuo dei criteri che sono fissati a livello di soprassuolo per l'ammissione alla categoria "selezionati", ossia di *valutazione fenotipica senza il sostegno di vere e proprie prove comparative*.

Un soggetto può dare origine ad un clone incluso tra i materiali di base "qualificati" qualora l'esperienza o una sperimentazione sufficientemente lunga ne evidenzino caratteristiche positive per i fini cui il clone sarebbe destinato. Come minimo il giudizio deve potersi esprimere su un soggetto che, per l'età, lo stadio di sviluppo, l'ubicazione geografica faccia presumere che le caratteristiche osservate (produzione, resistenza a fattori avversi, forma del fusto, qualità del legno) si possano riscontrare anche negli individui da esso ottenuti per propagazione vegetativa. Ad esempio, un individuo di ciliegio selvatico che per le sue caratteristiche positive (accrescimento, forma, resistenza) spiccasse nell'ambito di una popo-

(1) Esiste in realtà un altro tipo di materiali ottenuti per propagazione vegetativa che può entrare a far parte della categoria dei "selezionati", ma è limitato al caso in cui si parta comunque da sementi (derivate ad esempio da raccolte in un bosco da seme) e si sia provveduto in vivaio a replicare in più copie vegetative, i semenzali ottenuti allo scopo di aumentare la quantità di postime disponibile, ma senza operare alcuna selezione (inglese: *bulk propagation*; francese: *multiplication en vrac*).

lazione spontanea potrebbe essere l'origine (ortet) di un clone.

Ovviamente questi sono i requisiti minimi; più realisticamente si potrebbe verificare il caso di cloni già esistenti, anche se con un numero di ramet esiguo che, piantati in diverse situazioni e osservati per un tempo sufficientemente lungo, avessero mostrato di possedere caratteristiche di pregio per gli usi cui presumibilmente sarebbero destinati.

E' chiaro comunque che la valutazione è basata sul fenotipo, ossia su ciò che risulta dall'interazione tra le caratteristiche genotipiche (determinate dal set di geni posseduti) e l'ambiente in un binomio inscindibile. Come per un bosco da seme incluso nella categoria "selezionati" non è possibile distinguere in maniera scientificamente valida quanto le caratteristiche osservate dipendano dalle caratteristiche genetiche del materiale e quanto dalle particolari circostanze ambientali nelle quali esso vegeta; più specificamente, anche nel caso in cui il clone fosse già stato coltivato in più località, ma senza vere e proprie prove comparative, mancherebbero dati di confronto con altri materiali verso i quali valutare le caratteristiche osservate.

Il miscuglio di cloni ammesso alla categoria "qualificati" deve essere composto di cloni che **individualmente** siano stati valutati (ed evidentemente selezionati) con i medesimi criteri già visti per i cloni singoli. Ciò che non traspare in maniera chiara dalla Direttiva ma si può presumere che fosse nelle intenzioni del legislatore è che, proprio perché il "miscuglio deve presentare una diversità genetica sufficiente", i criteri della valutazione individuale di ciascun clone componente, siano più rilassati di quelli applicati ai cloni destinati ad uso singolo.

Proprio per tener conto del minore livello di

affidabilità di una selezione fenotipica, rispetto ad una valutazione basata su prove comparative condotte con metodi scientificamente validi, la Direttiva 1999/105/CE prevede che gli Stati fissino dei limiti alla diffusione sia dei cloni sia dei miscugli di cloni. Tali limiti possono essere temporali (ammissione per un determinato numero di anni) o quantitativi (numero massimo di ramet prodotti per ogni clone o miscuglio). Fornire indicazioni su quale siano limiti ragionevoli è estremamente azzardato se non si prendono in considerazione le specie in questione e l'uso presumibile dei materiali. Per garantire un sufficiente avvicendamento nel tempo dei materiali il limite temporale potrebbe essere contenuto al di sotto del turno medio previsto. Ad esempio, se si trattasse di un clone o miscuglio di cloni di pioppo, un decennio.

### Cloni e miscugli di cloni "controllati"

La superiorità dei materiali ammessi nella categoria "controllati" *deve essere stata accertata mediante "prove comparative" o mediante "una stima calcolata sulla base di una valutazione genetica"* condotte secondo i criteri dall'allegato V. I criteri generali per l'esecuzione delle prove comparative previste dalla Direttiva 1999/105/CE ricalcano quelli della precedente Direttiva 66/404/CE (con le modificazioni introdotte dalla successiva Direttiva 75/445/CEE). Si tratta, com'è giusto dovendo adattarsi a specie diverse destinate ad impieghi assai vari, di criteri assai generali che gli organismi ufficiali degli Stati membri dovranno adattare alle singole situazioni.

- Il primo criterio fondamentale è che i materiali di base dei quali si propone l'ammissione siano stati posti a confronto *con uno o più prototipi scelti in precedenza*. A parte l'infelice espressione "prototipi", meglio definibili testi-

moni o controlli, è chiaro che non basta una valutazione individuale delle caratteristiche dei soggetti ma che tale valutazione deve risultare da un confronto con materiali già noti.

- In secondo luogo i testimoni (solo eccezionalmente uno solo) devono essere prescelti in modo tale da essere un riferimento valido e attendibile nella zona o nelle zone dove le prove comparative siano effettuate. Si tratta quindi, in linea di massima di cloni già appartenenti alla categoria "controllati", in uso nella zona o che abbiano già dato buona prova in coltura in condizioni ecologiche simili. Ad esempio, in prove comparative di cloni di pioppo in Italia dovrebbe essere sempre presente la cultivar clonale 'I-214' e ad essa dovrebbero essere affiancati altri cloni di interesse generale o locale, o scelti in funzione delle caratteristiche da valutare (esempio resistenza a malattie). Non avrebbe senso alcuno usare come testimone il clone 'Balsam Spire' (*P.trichocarpa* x *P.balsamifera*) iscritto tra i "controllati" nel Regno Unito, ma coltivato (e poco) solo in quel Paese e negli Stati Uniti.

- In terzo luogo le prove comparative devono essere condotte (e i risultati interpretati) secondo *procedure riconosciute a livello internazionale*. Anche qui la Direttiva non poteva entrare troppo nei particolari, ma un principio è molto chiaro: le prove comparative devono essere condotte secondo schemi (**progetto statistico**) e metodologie validi dal punto di vista statistico. Da ciò consegue l'adeguatezza dello schema sperimentale, che consenta di discriminare la componente genotipica della variabilità dalle componenti ambientali e dall'errore sperimentale (inteso in senso statistico) e, di conseguenza, di valutare la significatività statistica delle differenze riscontrate tra i cloni in esame e i testimoni. Dallo stesso principio derivano anche criteri di buona pratica speri-

mentale nell'esecuzione delle prove: in particolare l'uso di materiale rappresentativo dei cloni a confronto (testimoni inclusi) e l'omogeneità di trattamento durante le prove. Sarebbe evidentemente scorretto se si utilizzassero per le prove ad esempio piante di un anno dei testimoni e di due anni per i cloni sperimentali; oppure se si fertilizzassero le sole parcelle di questi o di quelli.

- Se possibile dovrebbero essere inclusi nelle prove comparative di ibridi inter-specifici anche testimoni delle specie parentali.

I caratteri da valutare sono altrettanto indicati in maniera generica: si fa riferimento all'adattamento (all'ambiente), alla crescita e a fattori biotici e abiotici importanti. Saranno verosimilmente gli organismi ufficiali degli Stati membri a dettare criteri più precisi, caratteri specifici, metodi da applicare per le singole specie.

Un esempio significativo di come uno Stato membro potrebbe dettare norme più precise è costituito dal DM 5 marzo 1996, n. 308, che detta le norme per l'ammissione dei cloni di pioppo al **Registro Nazionale dei Cloni Forestali**, di fatto coincidente, finora, nel nostro Paese, con la categoria "controllati". Anche se probabilmente questo decreto dovrà essere riveduto alla luce della Direttiva 1999/105/CE, esso può costituire un valido riferimento concettuale per altre specie arboree.

E' infine doveroso un cenno ai criteri d'interpretazione dei risultati delle prove comparative perché spesso si ritiene che un clone di nuova ammissione alla categoria "controllati" debba superare sempre, ovunque e per ciascun carattere i cloni già iscritti. In realtà è sufficiente che venga riscontrata una superiorità statisticamente significativa rispetto ai testimoni per un **carattere importante**. E' addirittura

tura possibile che vengano ammessi cloni per i quali si sia constatata una inferiorità significativa per qualche carattere, qualora ciò sia compensato dalla superiorità di altri.

Sono quindi determinanti le procedure e i criteri specifici che gli organismi ufficiali adotteranno negli stati membri. Si richiama l'attenzione in primo luogo sull'importanza di una oculata definizione dei caratteri da considerare nelle prove comparative e sulla scelta dei testimoni:

- è preferibile concentrare l'attenzione su un numero limitato di caratteri d'importanza rilevante. Includere un alto numero di caratteri di modesto significato pratico renderebbe assai facile constatare la superiorità significativa sui testimoni per almeno uno di essi;

- la scelta dei caratteri deve adattarsi ai cloni da esaminare e all'uso per essi prefigurato. Un esempio chiarirà il concetto: un clone di *Populus deltoides*, specie suscettibile al virus del mosaico del pioppo (PMV) deve poter essere valutato per il suo grado di resistenza alla malattia; lo stesso carattere è irrilevante per cloni di *P. nigra*, specie notoriamente resistente;

- la scelta dei caratteri, ma anche delle metodologie sperimentali e dei testimoni dipende ovviamente anche dalla **destinazione** del materiale che deve essere specificata quando se ne richiede l'ammissione; quello della destinazione è un concetto nuovo rispetto alla normativa precedente e riflette la varietà di impieghi che, soprattutto dagli anni '90, gli alberi forestali hanno avuto anche in terre agricole: basti pensare allo sviluppo dell'arboricoltura da legno sulla spinta dei Regolamenti Comunitari e all'interesse che le piantagioni governate a ceduo a turno breve per la produzione di biomassa stanno assumendo in questi anni. E' evidente che la drittezza del fusto potrà essere

carattere fondamentale per un clone destinato ad impieghi industriali di qualità (esempio sfogliatura), ma non ha la minima importanza per un clone da biomassa; in quest'ultimo caso la sopravvivenza della ceppaia dopo la ceduzione sarebbe carattere rilevante ma non nel primo;

- i cloni utilizzati come testimoni debbono garantire che una superiorità significativa nei loro confronti da parte dei cloni in esame rappresenti un progresso significativo anche nella pratica. Testimoni che rappresentino soglie invalicabili o viceversa siano superati da qualsiasi nuova entità sono poco utili. Ancora un esempio derivato dai pioppi: per il carattere "accrescimento" il clone 'I-214', il più coltivato nella Pianura Padana rappresenta un valido riferimento; lo stesso clone non è un valido testimone per la resistenza a "bronzatura" perché è assai suscettibile e deve generalmente essere protetto con trattamenti chimici. Ormai non esiste nuovo clone che non sia più resistente dell'I-214. Allo stesso modo non è un testimone valido per la resistenza a "defoliazione primaverile" malattia dalla quale è immune. Per entrambe queste malattie la **Commissione Nazionale per il Pioppo** (l'organismo ufficiale che la Legge 22 maggio 1973, n. 269 incarica della registrazione dei cloni di pioppo) ha preferito indicare come testimoni di riferimento cloni non immuni, ma coltivabili senza necessità di protezione chimica e senza rilevanti danni economici.

L'allegato V della Direttiva 1999/105/CE prevede infine che anche cloni e miscugli di cloni possano essere ammessi alla categoria "controllati" sulla base di una **valutazione genetica**, basata cioè sul *pedigree* dei materiali di base in questione, ossia sulle informazioni disponibili riguardo agli ascendenti, piuttosto che su una verifica diretta dei caratteri manifestati dagli

stessi materiali.

L'ammissione tramite valutazione genetica è una novità della Direttiva 1999/105/CE rispetto alla normativa precedente e ben può applicarsi, ad esempio agli arboreti da seme o a genitori, in quanto, per le note leggi della genetica (e in particolare con i metodi matematico-statistici della genetica quantitativa) è possibile prevedere (perlomeno in termini probabilistici) le caratteristiche delle progenie sulla base delle informazioni disponibili sui parenti.

Meno facile risulta comprendere l'applicabilità della valutazione genetica per l'ammissione di cloni (o miscugli di cloni), a meno che non si focalizzi l'attenzione su caratteri monogenici od oligogenici, per i quali si sappia a priori che i parentali sono omozigoti e che pertanto il carattere debba trasmettersi immutato alla progenie. Ma per caratteri poligenici (in particolare per i caratteri quantitativi) per i quali si debba presumere un'espressione variabile nella discendenza, si possono al più formulare previsioni a livello di intera progenie ma non su singoli individui, mentre è proprio sulla moltiplicazione vegetativa di un singolo individuo che si basa la clonazione.

Un breve cenno ad altri aspetti di rilievo:

**1. Deroga per ragioni di ricerca.** L'art. 6 comma 5 lettera a) prevede che, per la conduzione di esperimenti scientifici, lavori di selezione o di conservazione genetica, si possa derogare dalle norme generali ponendo sul mercato quantitativi appropriati di materiali non ammessi nelle varie categorie. Ciò è essenziale per il progresso del miglioramento genetico ma anche per la stessa conservazione del germoplasma. La lettera della Direttiva, peraltro, non esclude che tali materiali, destinati a fini sperimentali o di conservazione, possano essere venduti. È auspicabile che, pur

con le opportune precauzioni e i dovuti controlli, tale principio venga pienamente recepito a livello nazionale.

**2. Ammissione provvisoria.** L'art. 4 comma 5 prevede che gli Stati membri ammettano provvisoriamente (per un periodo massimo di dieci anni) materiali per i quali non siano ancora concluse le prove comparative se, dai dati preliminari, si possa comunque presumere che i requisiti sarebbero soddisfatti al termine delle prove. Anche questo potrebbe ridurre i tempi per il rilascio delle nuove selezioni e nel contempo garantire ai selezionatori un reddito che compensi, almeno parzialmente, gli investimenti effettuati.

**3. Valutazioni giovanili,** in vivaio o in serra o esiti di esami di laboratorio possono essere utilizzati per il giudizio di ammissione alla categoria "controllati" se esista dimostrazione di una correlazione stretta tra il risultato di detti test e l'espressione di un carattere nelle condizioni operative normali (piantagione o foresta).

**4. Destinazione.** Si è già fatto cenno alla destinazione dei materiali che va citata sia nei registri nazionali (per ogni categoria), sia nelle sintesi nazionali che formeranno l'Elenco Comunitario, sia nella distinzione delle partite presso i produttori, sia nella certificazione d'identità delle partite in commercio. Si tratta di un aggiornamento assai opportuno della normativa anche se per il momento, data l'applicazione della Direttiva alle sole fasi di produzione, e commercializzazione ma non all'uso dei materiali, rimane da capire come l'uso stesso ne sarà influenzato. Ad esempio, se un clone di pioppo dovesse essere ammesso nella categoria "controllati" con destinazione "biomassa" si dovrebbero considerare i modi per assicurare che non ne venisse fatto uso per la pioppicoltura specializzata tradizionale (e viceversa!).

Infine una considerazione di carattere generale. L'organismo ufficiale potrà adottare due linee di condotta per ciò che attiene alla conduzione delle prove comparative:

- eseguire o far eseguire per proprio conto e sotto la sua diretta sorveglianza le prove ed ammettere esclusivamente i risultati di tali prove alla formulazione del giudizio di ammissibilità;
- agire come organismo di verifica e "certificazione" delle prove comparative effettuate autonomamente dai selezionatori.

Il primo caso offrirebbe maggiori garanzie sulla qualità dei dati delle prove stesse, ma escluderebbe dalla formazione del giudizio masse di dati, anche ragguardevoli e anche scientificamente affidabili, raccolte dal selezionatore prima della richiesta di ammissione e comporterebbe un evidente allungamento dei tempi di immissione sul mercato (*time to market*).

Nel secondo caso sarebbe minore la garanzia sulla qualità dei dati, ma la quantità potrebbe fare da compensazione.

Un esempio, ancora derivato dal pioppo, chiarirà il concetto. Il citato DM 308/96 prevede che le prove comparative "ufficiali" vengano condotte sotto il controllo della Commissione Nazionale per il Pioppo (CNP), tramite il suo Comitato Tecnico, successivamente alla accettazione della domanda di ammissione. Ossia, quando il selezionatore propone un clone per la registrazione, la CNP accoglie la **domanda di ammissione alla sperimentazione** e dà il via alle prove comparative: tra l'altro è prevista la realizzazione, di norma, di tre piantagioni in diverse località rappresentative. Ebbene, non è infrequente che il selezionatore abbia già realizzato, verosimilmente con metodologie sperimentali statisticamente corrette, piantagioni in un numero assai superiore di località i cui risultati, però, non entrano nel giudizio finale.

Se la CNP agisse invece come "verificatore" della

qualità dei dati forniti dal selezionatore il giudizio potrebbe essere espresso con largo anticipo e, talora, su dati più rappresentativi delle situazioni di potenziale successiva coltivazione. E' evidente d'altra parte che, in questo secondo caso, dovrebbero essere individuate procedure che garantissero l'oggettività dei dati prodotti dai selezionatori per evitare, ad esempio, che essi fornissero solamente i risultati delle prove dall'esito favorevole occultando l'esistenza di dati di tenore contrario. Entrambi gli approcci sono possibili sulla base della Direttiva 1999/105/CE.

#### 4.5.4 Organismi geneticamente modificati (OGM)

ANNA DE ROGATIS

##### Aspetti tecnici

La trasformazione genetica può essere ottenuta essenzialmente seguendo due strade diverse (HAINES 1994):

- a) la trasformazione con nuovi geni per conferire un nuovo carattere o geni modificati che rinforzano una funzione pre-esistente (in genere resistenza a stress o patogeni o a erbicidi);
- b) trasformazione con geni che determinano il blocco della sintesi di proteine, questi si chiamano geni antisenso. Essi, detto in maniera molto semplificata, determinano la trascrizione in senso inverso dell'informazione genetica e sono così capaci di bloccare l'effetto del gene normale. Usando questa proprietà è possibile eliminare l'espressione fenotipica di caratteri indesiderati o che ne mascherano altri, considerati utili. Una variante di questo

metodo è determinata dall'approccio di tipo così detto **ribosomico**, che mira ad indurre la sintesi di RNA (prodotto dai ribosomi) con la capacità di rompere l'mRNA di geni individuati come bersagli (ad esempio di insetti o virus nocivi).

I protocolli di trasformazione genetica si basano su alcune fasi principali:

- l'identificazione del gene utile e la sua clonazione;
- l'aggiunta di sequenze di controllo che ne promuovono un'espressione appropriata;
- l'incorporazione di un marcatore genico che servirà per verificare l'avvenuta trasformazione nell'organismo trattato;
- il trasferimento del gene ad un tessuto "bersaglio" su cui si induce la trasformazione e la rigenerazione;
- la selezione e la rigenerazione di piante;
- la verifica della corretta espressione del carattere cercato.

Le tecnologie maggiormente usate per realizzare trasformazioni di tessuti vegetali nelle Angiosperme ed in alcune Gimnosperme sono: il **trasferimento di geni mediato**, realizzato utilizzando come vettore intermedio il batterio *Agrobacterium tumefaciens* o *A. rhizogenes*, o con il **trasferimento diretto** di geni mediante il bombardamento di cellule con micro-proiettili metallici, ricoperti di DNA, oppure mediante l'elettroporazione, o trattando protoplasti con glicol poli-etilenico (HAINES 1994) dopo aver rimosso le pareti cellulari. I primi due metodi sono quelli più utilizzati perché in generale più efficienti.

Le moderne tecniche di indagine genetica permettono di verificare se un organismo è stato manipolato geneticamente. E' possibile, infatti analizzare il patrimonio genetico di una pianta, nel nostro caso di quelle forestali, andando a cercare specifiche sequenze di

DNA componenti il **costrutto** (ovvero l'insieme di geni esogeni introdotti corredati da un promotore, un terminatore e da un marcatore) introdotto nell'organismo trasformato.

In casi particolari oltre alla verifica di sequenze non appartenenti all'organismo, anche certi caratteri fenotipici (biochimici, fisiologici o morfologici) possono risultare utili all'identificazione o alla caratterizzazione di un OGM, denotando la presenza di DNA esogeno.

Gli impieghi di queste tecnologie possono essere mirati alla produzione di piante resistenti a patogeni, o resistenti a stress ambientali, in alcuni casi a pesticidi. Classico è l'esempio di piante modificate introducendovi geni del *Bacillus thuringensis* responsabili della sintesi di tossine sgradite ad insetti fitofagi (FLADUNG 1999). In questa maniera i ricercatori intendono realizzare organismi resistenti e nello stesso tempo ridurre l'impiego di pesticidi. Si possono ricordare le ricerche che mirano all'aumento di produzione di cellulosa (fino al 15%), o alla riduzione della lignina (fino al 45%) (TSAI *et al.* 1999; FLADUNG 1999), molto interessante per la produzione della pasta da carta, perché minimizza i costi ed i danni ecologici dei reagenti chimici utilizzati per rimuovere quest'ultima (FLADUNG 1999). Inoltre l'aumento della cellulosa porta anche ad un incremento della biomassa dei cloni selezionati (SHANI *et al.* 1999). Così possono mirare al miglioramento delle caratteristiche del legno, agendo sulle componenti delle pareti cellulari, sulle caratteristiche delle fibre e sullo sviluppo del cambio. Infine queste tecniche si applicano per il controllo della fioritura, per impedire la diffusione dei geni da piante transgeniche a popolazioni naturali (STRAUSS *et al.* 1995). Protocolli di trasformazione genetica di specie forestali sono stati studiati per *Liquidambar*, *Populus sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Larix*

*decidua*, *Picea glauca*, *Picea abies*, *Abies nordmanniana*, *Pinus radiata*, *Pinus taeda* (WALTER 1999), *Betula pendula*, *Juglans regia*, *Pinus lambertiana*, *Pinus pinea* (DANDEKAR et al. 1993), *Pinus halepensis* (TZFIRA et al. 1996), *Pyrus* (ZHU e WELANDER 1999), *Prunus avium* (HAMMATT et al. 1999), *Castanea sativa* (SOTO et al. 1999), *Ulmus* (BOLYARD et al. 1991).

## Aspetti normativi

Si intende per **organismo geneticamente modificato (OGM)** un organismo il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto si verifica in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genetica naturale (art. 2 della 1990/220/CE).

Sono da considerare OGM gli organismi ottenuti con tecniche che:

- prevedono la ricombinazione del DNA impiegando sistemi vettore elencati nella Raccomandazione 82/472/CE;
- prevedono l'introduzione diretta in un organismo di materiale ereditabile preparato al di fuori di esso mediante micro-inoculazione, macro-inoculazione e micro-incapsulazione;
- prevedono la fusione di protoplasti o l'ibridazione con metodi non presenti in natura.

Non sono da considerare tecniche di modificazione genetica, se non comportano il ricorso a molecole di DNA o a OGM:

- la fecondazione *in vitro*;
- la coniugazione, traduzione, trasformazione o qualsiasi altro processo naturale;
- l'induzione alla poliploidia.

La mutagenesi e la fusione cellulare di cellule vegetali non sono considerate tecniche di modificazione genetica quando gli organismi risultanti possono essere prodotti anche con metodi di riproduzione tradizionali e nel materiale "parentale" non viene considerato l'uso di OGM.

La Direttiva 1999/105/CE è estremamente chiara su questo argomento. Già ai punti 15 e 16 delle considerazioni preliminari asserisce che la messa in commercio degli OGM possa essere effettuata solo a condizione che non vi siano rischi per la salute e per l'ambiente. Nel caso degli OGM forestali viene auspicata l'esecuzione di **valutazioni di rischio ambientale** e si invita la Commissione Europea a mettere a punto procedure di valutazione di tali rischi e di autorizzazione, facendo riferimento alla Direttiva 90/220/CE.

Nell'articolo 5 si ribadiscono le considerazioni per l'ammissione in commercio dei materiali di cui sopra destinati a fini forestali e si assegna al Parlamento Europeo il compito di emanare un Regolamento in materia e le modalità di valutazione dei rischi, che dovranno essere conformi alle procedure indicate all'art. 26 della Direttiva 90/220/CE.

Con il Regolamento 1997/258/CE viene affrontato il problema dell'immissione di un prodotto, contenente OGM, sul mercato con un'adeguata **etichettatura**. Tuttavia, con il Regolamento 2000/49/CE viene stabilito che l'etichettatura non deve indicare la presenza di OGM se si tratta di una presenza accidentale, sotto l'1%.

Dopo circa un decennio dall'emanazione della prima, una seconda Direttiva, la 2001/18/CE, "aggiusta il tiro", considerato il rapido progredire delle tecnologie e delle conoscenze in merito. In essa viene dato maggior importanza al **principio di precauzione** per quanto riguarda l'immissione di OGM ed il commercio di prodotti ottenuti da OGM. In teoria, quindi, tutti i prodotti forestali, sia materiali di propagazione che frutti, semi o legname. La Direttiva è stata data per codificare l'argomento sui seguenti punti:

- terminologia di uso comune per definire gli OGM, i loro produttori (notificanti) e gli utiliz-

zatori (utenti), le modalità di notifica dei prodotti OGM;

- disposizioni necessarie a regolamentare l'emissione deliberata di OGM a scopi di ricerca, sviluppo o comunque per qualsiasi fine diverso dall'immissione in commercio;
- disposizioni per l'immissione in commercio di questi organismi come tali o contenuti in prodotti;
- disposizioni finali sulla riservatezza delle informazioni scambiate o notificate nell'ambito della Direttiva, sulla etichettatura di OGM sulle attività di comitati scientifici ed etici e sull'attuazione del protocollo di Cartagena.

In particolare l'art. 15 di questa Direttiva fa riferimento ai materiali riproduttivi forestali per i quali viene stabilito che la validità della prima autorizzazione scade non oltre 10 anni dalla data di inclusione del materiale di base contenente OGM in un Catalogo Ufficiale conforme alla Direttiva 1999/105/CE.

Ogni stato membro è inoltre chiamato a nominare un'Autorità competente in materia. Questa, per il nostro Paese, è il **Ministero della Salute** che attraverso due commissioni di valutazione: la **Commissione Interministeriale di Coordinamento**, per quanto riguarda l'impiego confinato di OGM, e la **Commissione Interministeriale per le Biotecnologie**, per quanto riguarda l'emissione deliberata di OGM nell'ambiente. E' a questa Autorità che dunque è obbligatorio notificare l'emissione di OGM e gli scopi per cui se ne chiede l'autorizzazione. L'Autorità, da parte sua può effettuare, ma non sempre, prove di controllo. A questo proposito sarebbe invece necessario che i controlli e le verifiche fossero resi obbligatori.

La Direttiva stabilisce modalità di notifica del materiale OGM molto accurate, relative:

- al notificante;
- alle caratteristiche dell'OGM (aspetti tassonomici, caratteristiche degli organismi parentali, possibilità di trasferimento di materiale genetico ad altri organismi, stabilità genetica del materiale e tutte le altre informazioni necessarie sui rischi per ambiente e salute);
- alle caratteristiche del vettore usato (sua natura, sequenze di trasposoni o altri segmenti usati per costruirlo, metodi di determinazione usati) e dell'organismo modificato (modificazione genetica e metodo usato, purezza dell'inserito da sequenze non note, collocazione dei segmenti di acido nucleico inseriti/cancellati/modificati, descrizione delle caratteristiche genetiche e fenotipiche dell'OGM).

L'aspetto più importante della legislazione è la valutazione obbligatoria del rischio relativo al rilascio di OGM. Essa è carico del notificante e deve prendere in esame gli eventuali effetti per la salute umana e per l'ambiente (BATTAGLINO 2002).

Se da un lato i Regolamenti europei, che fanno riferimento alla identificazione ed alla sua visibilità lungo tutta la filiera produttiva degli alimenti, sono molti e fissano regole minuziose, non risulta altrettanto ben chiara la procedura relativa ai materiali forestali di moltiplicazione.

Tra le Regioni italiane la prima ad adottare una normativa propria relativamente al settore è stata la Toscana attraverso la L. R. 06 aprile 2000 n. 53 ed il successivo Regolamento (delibera n. 200 del 26 febbraio 2001). Essa vieta *tout court* la coltivazione e la produzione di OGM, esplicitamente anche quelli prodotti a fini forestali, escludendo da eventuali contributi finanziari le imprese che ne fanno uso. Ente delegato al controllo è l'ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura). La

Regione fa suo il principio di precauzione di salvaguardia della salute e tutela dell'ambiente già sanciti dalla Direttiva europea.

Il MiPAF ha da parte sua adottato lo stesso principio, ordinando ai propri istituti di ricerca e sperimentazione, con disposizione interna, la sospensione del rilascio nell'ambiente di OGM, anche se questa è stata autorizzata e viene effettuata solo a scopo sperimentale.

Il dibattito è ancora aperto su questo tema e probabilmente durerà a lungo. Si può solo dire che occorre molta prudenza nell'impiego di OGM e chi volesse provarli per scopi applicativi dovrebbe porsi dei quesiti preliminari. Sono veramente utili? Possono veramente risolvere problemi di approvvigionamento di legno o altri servizi per

l'Umanità? Possono risolvere problemi di resistenza a malattie o a stress in maniera definitiva? Potrebbe essere più efficiente una selezione di tipo tradizionale, beninteso abbreviando i tempi con l'impiego di bio-tecnologie, attingendo alla grande diversità del mondo arboreo forestale solo in parte esplorata?

Di certo, per il momento, occorre grande prudenza, per le stesse ragioni illustrate per l'uso dei cloni. Gli ecosistemi forestali sono delicati e "dare troppo potere" ad una specie, sottraendola ai suoi fattori naturali e tradizionali di controllo, può alterare seriamente gli equilibri. Le dinamiche che potrebbero determinarsi, tra l'altro, sono estremamente imprevedibili, dati i lunghi cicli biologici e la complessità delle successioni ecologiche.

## 4.6 Impiego delle categorie commerciali in attività selvicolturali e di arboricoltura da legno

BARBARA MARIOTTI  
ANDREA TANI

La riuscita di un intervento di forestazione è funzione delle caratteristiche genetiche e culturali del postime impiegato. Si tenga però presente che il successo della piantagione dipende, per prima cosa, dall'idoneità del materiale ad essere coltivato in quel particolare ambiente. L'adattabilità di un lotto di piantine è funzione della struttura genetica della popolazione da cui esso deriva e successivamente viene influenzata da operazioni quali le modalità di raccolta (numero di piante madri campionate) e metodi (più o meno efficienti) di interruzione

ne della dormienza eventualmente adottati. Tali operazioni colturali possono modificare la struttura genetica di base, operando generalmente una riduzione della variabilità genetica, a cui potrebbe seguire anche una sensibile riduzione di adattabilità del materiale di propagazione ottenuto. In arboricoltura da legno l'obiettivo è rappresentato della massima produzione legnosa in termini quantitativi e qualitativi; pertanto è consigliabile impiegare preferibilmente materiale adatto e selezionato, tale da assicurare, in un dato ambiente, un ele-

vato accrescimento e, nel caso di specie a legno pregiato, un portamento e una conformazione del fusto idonei. Ricorrere a materiale geneticamente migliorato o, nel caso in cui questo non sia disponibile, utilizzare quello proveniente da individui o soprassuoli con caratteristiche fenotipiche superiori, significa scegliere individui caratterizzati da una variabilità genetica ridotta, funzionale per il buon esito dell'impianto (il caso limite è rappresentato dal pioppeto monoclonale).

Nelle attività selvicolturali le finalità dell'intervento possono non essere soltanto spiccatamente produttive. Nel caso in cui il rimboschimento abbia come finalità la realizzazione di una copertura stabile ed efficiente per gli aspetti protettivi è auspicabile ricorrere a materiale di impianto adatto e caratterizzato da una elevata diversità genetica.

In base alle finalità dell'intervento assume quindi notevole importanza non solo la scelta della categoria commerciale più idonea, ma nell'ambito di questa bisogna poter valutare il grado di diversità di tale materiale. In linea generale, riguardo alle categorie previste dalla Direttiva 1999/105/CE, possono essere fatte le seguenti considerazioni, che verranno esposte categoria per categoria.

### **Materiali identificati alla fonte**

Sia che provenga da soprassuolo, sia da fonti di seme, di questo tipo di materiale si conosce solo l'esatta ubicazione della regione di provenienza (intesa come luogo dove sono situate le piante) e se si tratta di un popolamento autoctono o indigeno o meno. Tale categoria non è particolarmente indicata per gli impianti da legno, in quanto non si hanno informazioni né sulle caratteristiche fenotipiche né, tantomeno, su quelle genotipiche delle piante costituenti i materiali di base. In selvicoltura, il

materiale afferente a questa categoria è sconsigliato nel caso in cui i materiali di base siano di origine sconosciuta. Se, invece, il materiale proviene da base autoctona o indigena, è buona norma impiegarlo nell'ambito della regione di provenienza.

### **Materiali selezionati**

I materiali di base con cui si produce postime "selezionato" derivano da boschi da seme.

Si tratta di materiale idoneo all'impiego in attività selvicolturali. Ricorrere a questo tipo di materiale per piantagioni da legno è consigliabile solo in mancanza di materiale migliorato; si ricorda che nella certificazione dei soprassuoli "selezionati" si attribuisce un valore agli aspetti produttivi del legno (in termini quantitativi e qualitativi) e alla resistenza alle patologie. Anche per questa categoria è consigliabile l'impiego nella regione di provenienza.

### **Materiali qualificati**

Alla categoria commerciale "qualificato" appartiene materiale di elevato pregio, in quanto, sebbene non sia sottoposto a controlli, è stato però prodotto a partire da materiali di base di sicura superiorità fenotipica. La particolare attenzione dedicata dalla Direttiva 199/105/CE agli aspetti produttivi, sia quantitativi sia qualitativi, rende il materiale di moltiplicazione classificato come "qualificato" preferibilmente adatto ad impianti di arboricoltura da legno, soprattutto quando questo sia ottenuto da materiali di base quali cloni, miscugli di cloni e genitori. In questo caso l'eventuale impiego per interventi di ricostituzione di veri e propri ecosistemi forestali deve essere valutato caso per caso. Il materiale "qualificato" derivante da arboreti da seme potrà avere una differente destinazione in base alla variabilità genetica presente nell'arboreto.

## Materiali controllati

La sperimentazione necessaria per la certificazione di materiali di moltiplicazione classificati come "controllati" è tale da assicurare la superiorità dei requisiti per i quali il materiale è stato prodotto. A questa categoria appartengono materiali ottenuti a partire da cloni, miscugli di cloni, piante parentali, arboreti da seme e soprassuoli e/o aree di raccolta del seme. Riguardo alla destinazione d'uso più idonea, si conferma quanto già suggerito in precedenza sull'influenza della variabilità genetica del materiale di impianto. In questa categoria, inoltre, sono le caratteristiche osservate nelle prove comparative e di discendenza a fornire utili indicazioni circa l'utilizzo più adatto. L'esperienza dimostra che, per facilità di gestione, la conduzione delle prove sperimentali frequentemente avviene sottoponendo a prove un

numero piuttosto limitato di piante madri. Per questi motivi, spesso il materiale prodotto si caratterizza per una ridotta variabilità genetica. Pertanto, in linea generale, questa categoria di materiale è più indicata per impianti a vocazione spiccatamente produttiva. Come già accennato in precedenza questo materiale è molto costoso e "specializzato" esso va perciò impiegato solo dove vale veramente la pena.

In conclusione, considerando le diverse modalità con cui i materiali di moltiplicazione possono essere costituiti, possiamo affermare che ad ogni categoria commerciale non corrisponde necessariamente un unico tipo di impiego va valutato caso per caso secondo la destinazione finale, tenendo in debita considerazione i materiali di partenza e tutte le pratiche colturali che conducono alla realizzazione dei lotti commerciali.

## 5.1 Criteri generali

FULVIO DUCCI

Secondo la Direttiva 1999/105/CE (art. 2, punto g) le **regioni di provenienza** si definiscono per una specie o sottospecie, *il territorio o l'insieme dei territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi con caratteristiche fenotipiche o genetiche analoghe, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato.*

Le regioni di provenienza costituiscono il primo gradino della gestione delle risorse genetiche (materiali di base come fonti di seme, soprassuoli e, se ritenute utili, aree di raccolta) destinate alla produzione di materiali forestali di propagazione. E' obbligatorio indicare la regione di provenienza per i materiali di base classificabili come "Identificati alla fonte" (cartellino di identificazione giallo) o "Selezionati" (cartellino verde), come stabilisce l'art. 9 della Direttiva. Si fa quindi riferimento a tutti quei materiali di base costituiti da boschi, soprassuoli o popolazioni impiegati per la raccolta di seme (art. 2, paragrafo 1, punti i e ii). La regione di provenienza deve essere altresì indicata anche per materiali di base e di propagazione di categoria superiore, come piante parentali, ortet ecc..

Scopo principale della delimitazione di regioni di provenienza è consentire un più efficiente controllo dei movimenti dei materiali forestali di propagazione, evitando che questi vengano impiegati in condizioni ecologiche improprie. A questo deve aggiungersi anche la finalità di consentire una migliore gestione

delle risorse genetiche in regioni in cui la diversità intra-specifica è più ricca e deve essere protetta da introgressioni non naturali che potrebbero alterare la struttura genetica di popolazioni di elevato valore.

Questo principio non è valido per cenosi che invece, a causa dell'eccessivo impoverimento genetico, hanno considerevolmente ridotto il loro potenziale evolutivo. Queste, talvolta, vanno addirittura "rinsanguate", creando appositamente e con i giusti criteri flussi di informazione genetica. Si tenga presente che nel caso di applicazioni pratiche per piantagioni produttive, non necessariamente di arboricoltura da legno intensiva, l'impiego di materiale raccolto da provenienze locali si è rivelato spesso fallimentare perché costituite da popolazioni sicuramente adattate a sopravvivere in condizioni particolari, ma non necessariamente dotate delle caratteristiche fenotipiche richieste.

In linea di massima, l'istituzione di regioni di provenienza è, comunque, garanzia che materiali di propagazione prodotti da materiali di base non controllati, o di cui non si abbiano informazioni genetiche sufficienti e confermate, vengano impiegati in modo più razionale. Materiali di moltiplicazione provenienti dai cosiddetti materiali di base "identificati alla fonte" devono, quindi, essere obbligatoriamente usati entro le rispettive regioni di provenienza, individuate per la specie di appartenenza. Lo stesso vale per i materiali "selezio-

nati" i quali, si noti bene, sono stati solamente individuati come fenotipicamente superiori ad altri circostanti, a pari condizioni di fertilità ambientale.

Materiali di base che, invece, sono stati oggetto di ulteriori valutazioni sul piano sperimentale ed hanno mostrato, per diversi caratteri, di avere moderati livelli di *interazione genotipo x ambiente*, possono essere impiegati per la raccolta di materiale di moltiplicazione soggetto a minori restrizioni circa le zone di impiego.

I metodi con cui procedere alla delimitazione delle **regioni di provenienza** devono basarsi, come dice la Direttiva, su criteri di **omogeneità ambientale**, eventualmente, tenendo conto di variazioni altimetriche, e di analogia genetica delle popolazioni forestali situate in un dato territorio.

Tuttavia, data l'immensità del territorio europeo e la sua grande varietà di ambienti, è evidente che si rende necessario procedere, nelle diverse aree, dando la priorità a parametri e fattori via via differenti.

Relativamente a questo argomento sono individuabili due approcci: quello di **tipo associativo**, basato essenzialmente su parametri genetici, e quello di **tipo partizionista**, secondo il quale si dà maggior importanza alla suddivisione del territorio in distretti ecologicamente omogenei.

In base al primo sistema i boschi ed i soprassuoli da seme geneticamente affini vengono raggruppati in **provenienze** (TEISSIER DU CROS 2001). Questo si può ottenere avendo a disposizione, per ciascuna specie, inclusa nell'allegato I della Direttiva, un set di dati genetici abbastanza esaustivo della diversità. Si tratta in effetti di un lavoro enorme da compiere poiché occorre disporre di dati genetici per tutte le specie considerate e per almeno la maggior

## CHÈNE PÉDONCULÉ



Figura 5 - Regione di provenienza per *Quercus robur* in Francia (CEMAGREF 1991).

parte delle popolazioni di dimensioni adeguate ad assicurare una rappresentatività minima. I francesi sono riusciti in questo per almeno 21 specie forestali, incluse anche alcune esotiche (CEMAGREF 1991, Figura 5).

Il secondo metodo, quello partizionista, parte invece dal presupposto che il territorio debba essere suddiviso, sempre per ciascuna specie, in aree ecologiche omogenee. Questo metodo, molto utile quando non si disponga di informazioni genetiche sufficienti per tutte le specie, parte da una base comune di suddivisione del territorio nazionale, impiegando i medesimi parametri ecologici. Successivamente verranno estrapolati solo gli areali interessati da ciascuna specie. I limiti sono relativamente arbitrari, determinati dalle variazioni dei parametri ambientali prescelti nel quadro d'unione generale. Questo sistema è stato adottato in Germania dove, indipendentemente dai confi-

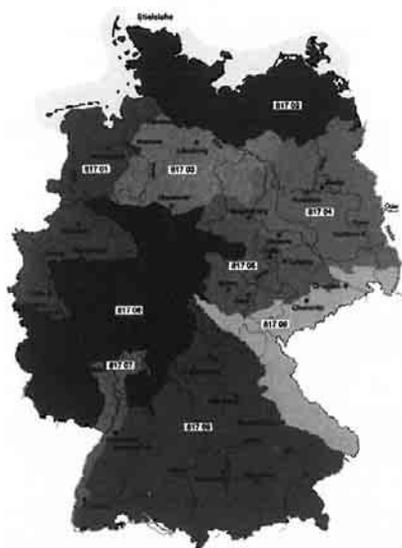


Figura 6 - Regioni di provenienza per *Quercus robur* in Germania (BMELF 1998).

ni amministrativi dei *Ländern*, è stato costituito un quadro d'unione generale (Figura 6), nel quale si individuano 46 unità ecologiche di base su cui poi si appoggiano le cartografie relative a ciascuna specie (BMELF 1998), che individuano, in totale, 178 regioni di provenienza.

In Gran Bretagna, la cui superficie forestale è attualmente molto ridotta, si è preferito, invece, organizzare la suddivisione territoriale in 4 aree omogenee su base essenzialmente geografica e climatica (Figura 7), a loro volta ripartite in quadranti geografici (LEE *et al.* 1994). Il lavoro di gestione delle risorse genetiche e la sua organizzazione sono resi meno complessi dalle caratteristiche relativamente omogenee del clima e, soprattutto, dalla modesta superficie forestale naturale. In Gran Bretagna, piuttosto che le specie o le popolazioni forestali naturali residue, sono importanti i programmi

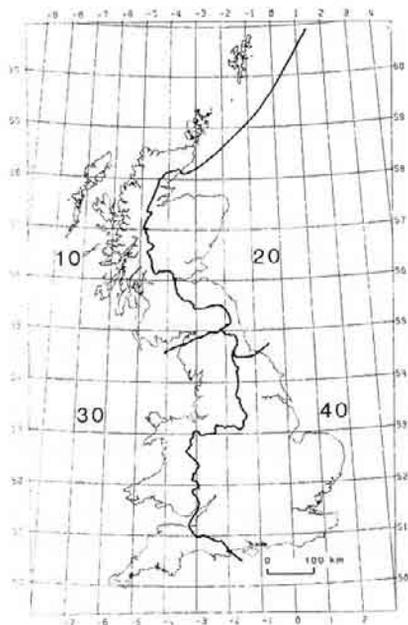


Figura 7 - Regioni ecologiche individuate per la Gran Bretagna (LEE *et al.* 1994).

di piantagione realizzati su vasta scala con conifere esotiche, come ad esempio *Picea sitchensis* (ROOK 1992). Per questa specie, come per altre non autoctone, la delimitazione di aree ecologicamente omogenee assume significato per l'impiego delle diverse provenienze. Una volta individuata la situazione climatica e pedologica del luogo di origine del materiale si può procedere ad individuarne una analoga nel paese di introduzione.

Anche in Norvegia è stata data la preminenza al metodo partizionista (BARNER e WILLAN 1995), individuando oltre 37 regioni di provenienza o aree di raccolta seme (*seed zones*), a loro volte suddivise in fasce altimetriche. Questa ripartizione è essenzialmente basata su fattori geografici e climatici: questi costituiscono, infatti, i fattori limitanti la distribuzio-

ne delle cenosi forestali. Ulteriori delimitazioni sono quelle di tipo amministrativo. Nelle aree meridionali, a clima leggermente più mite, al posto delle fasce altimetriche è stato impiegato, come elemento di ulteriore suddivisione, la distanza dal mare. I materiali di propagazione, semi e piante, dovrebbero essere utilizzati all'interno della regione da cui sono stati raccolti. Per le principali specie (*Picea abies* e *Pinus sylvestris*) sono stati, anche, stabiliti dei limiti altimetrici e latitudinali, entro cui i materiali possono essere trasferiti senza grossi problemi di adattamento, vale a dire poche centinaia di chilometri a Nord e Sud (da 400 a 200 km rispettivamente) e poche centinaia di metri in altitudine (circa 250 m) rispetto al luogo di origine (Figura 8).

Il nostro Paese presenta, a causa della natura tormentata del suo territorio, notevoli difficoltà per la realizzazione di simili cartografie, tanto che, nel redigere la legge 269/1973, si era preferito iscrivere al Libro Nazionale dei Boschi da Seme singole popolazioni (boschi da seme), descrivendone le caratteristiche ecologiche di origine, scheda per scheda (MORANDINI e MAGINI 1975). Talvolta, questo sistema, mal applicato, ha generato problemi di gestione e di protezione dei materiali forestali di base. Non esistendo infatti limitazione alcuna, dovuta a considerazioni di ordine ecologico o genetico ai movimenti commerciali, i materiali forestali di propagazione hanno potuto essere trasportati ovunque.

Oggi, disponendo di strumenti cartografici adeguati, è possibile proporre un metodo che abbia criteri comuni e, soprattutto, compres-



Figura 8 - Regioni ecologiche individuate per la Norvegia (BARNER e WILLAN 1995).

bili per tutti gli "attori" della filiera vivaistica forestale.

Alle difficoltà sopra citate, deve aggiungersi la considerazione della grande ricchezza di specie forestali, presenti sul territorio nazionale, e della scarsa conoscenza che ne abbiamo sia dal punto di vista della strutturazione genetica che della distribuzione.

L'adozione di una suddivisione in regioni di provenienza potrà rivelarsi utile per la gestione dei materiali di base nazionali, soprattutto per le specie di recente inserimento nell'allegato A (L. 269/1973) e per quelle riportate nell'allegato I della Direttiva 1999/105/CE, per le quali si può disporre, per ora, solamente

di popolazioni "identificate alla fonte". Il problema è simile anche per i materiali "selezionati". Questi, per definizione, sono semplicemente iscritti in questa categoria commerciale superiore per il fatto di essere stati sottoposti a selezione fenotipica. Impiegarli nell'ambito della propria regione di provenienza diventa, quindi, un fatto prudenziale sia per proteggerne il *gene pool*, sia per evitare che i materiali di propagazione vengano impiegati oltre i propri limiti ecologici.

Le **regioni di provenienza** costituiscono, dunque, l'**unità di gestione** più ampia dei materiali di base e del materiale riproduttivo forestale. Queste possono contenere unità di minore estensione, corrispondenti a popolazioni forestali selezionate o no, ad arboreti da seme (protezione-produzione *on farm*) ed anche a singole piante madri.

Un sistema basato su regioni di provenienza ha la possibilità di fornire una base per:

- campionare razionalmente i materiali destinati a test di campo;
- fornire una guida per i movimenti di semi e piantine per i programmi di piantagione nazionali e regionali;
- fornire chiare indicazioni sui limiti geografici di impiego dei materiali di propagazione (BARNER e WILLAN 1995) e quindi rispettare dove necessario, le esigenze ecologiche e le caratteristiche genetiche dei materiali forestali spontanei.

Una **unità di gestione** (bosco da seme, popolazione, piante, ecc.) destinata a produrre materiali forestali di moltiplicazione deve soddisfare essenzialmente alcuni requisiti quali:

- essere caratterizzata da **individui di caratteristiche genetiche simili** che si fecondano reciprocamente;
- essere **sufficientemente ampia** da garantire

rappresentatività adeguata del *pool* genico presente;

- garantire **produzione di seme costante**, secondo le caratteristiche della specie, per soddisfare le esigenze di programmi di piantagione;
- essere **ben individuabile topograficamente**.

Se questi requisiti possono essere facilmente soddisfatti per quanto riguarda singole popolazioni, ciò non lo è altrettanto nel caso delle regioni di provenienza. L'**omogeneità genetica** (traducibile per le popolazioni in **ecotipi** o **razze**) non sempre è possibile. Questo è evidente soprattutto in un paese come il nostro, in cui alla elevata diversità ambientale ed alla forte influenza antropica, si è affiancata, nel tempo, anche una lunga serie di fluttuazioni climatiche che, a loro volta, hanno dato origine a ripetuti fenomeni di migrazioni di specie. Sullo stesso territorio, apparentemente omogeneo, è quindi possibile incontrare popolazioni di caratteristiche genetiche non sempre simili, spesso di difficile discriminazione, originate da un complesso di fattori la cui comprensione può non essere immediata. A questo scopo, la conoscenza della variabilità intra-specifica ottenuta integrando informazioni relative allo studio della variabilità fenotipica (accrescimenti, fenologia, resistenza a stress ecc.) con quelle derivanti da marcatori genetici biochimici o molecolari, diviene uno strumento fondamentale.

L'art. 9 della Direttiva europea non stabilisce che gli stati membri (e le Regioni nel caso di paesi a struttura federale) agiscano con criteri ed indicatori comuni per delimitare le regioni di provenienza. Tuttavia, si ritiene ragionevole che per un approccio di questo tipo, sarà necessario redigere mappe nazionali da inviare alla Commissione Europea ed agli altri stati membri.

In base a queste considerazioni si propone, pertanto, un metodo per realizzare un sistema

nazionale di regioni di provenienza, cosiddetto **genecologico**, misto tra i due sopra esposti, che risponda alla definizione fornita dalla Direttiva. Esso dovrà fondarsi inizialmente su:

- la realizzazione iniziale di una **cartografia ecologica** di massima, che suddividerà il territorio italiano in un numero, quanto più possibile ridotto, di aree ecologicamente omogenee; • la conoscenza della **distribuzione di ciascuna specie**;
- l'informazione sulla variabilità genetica intraspecifica. Questa consentirà di individuare gruppi di popolazioni geneticamente omogenei, di valutare la distanza genetica tra popolazioni e di individuare eventuali flussi di geni. Tutto questo consentirà la delimitazione definitiva delle regioni di provenienza.

## Criteria di delimitazione

### Dimensioni

Le regioni di provenienza non devono avere dimensioni troppo estese, poiché si rischia di includervi materiale geneticamente troppo distante. Esse non devono essere nemmeno troppo piccole perché in tal caso la variabilità potrebbe essere troppo ridotta. Al loro interno diviene importante individuare e usare come elemento fondamentale di delimitazione l'esistenza di eventuali **barriere ai flussi di geni** (GRAUDAL *et al.* 1997), come: catene montuose, zone fortemente antropizzate, fiumi o laghi, azione di venti dominanti ecc.. L'efficacia di queste barriere è connessa anche alla **biologia riproduttiva** della specie, ovvero al modello di impollinazione adottato, alle modalità di dispersione di polline e semi, nonché alle caratteristiche di distribuzione delle popolazioni.

### Indicatori di condizioni ecologicamente omogenee

Tutti gli indicatori di seguito ricordati sono in

generale ben documentabili su tutto il territorio nazionale ed europeo. Sicuramente la composizione della **vegetazione naturale** e la sua distribuzione sono un elemento primario, in quanto espressione delle condizioni ambientali medie. La vegetazione è di solito ben conosciuta e ben cartografata in tutte le Regioni. In molti casi ecotipi e razze edafiche di specie arboree forestali possono essere correlati da un corteggio floristico, o meglio **fito-ecologico**, indicativo della situazione del sito in cui la popolazione vive e si riproduce. La **morfologia del territorio**, anche questa normalmente ben documentata, è un altro elemento importante nel determinare variazioni dei parametri ambientali. I **parametri climatici** relativi a precipitazioni e temperature, come anche i **regimi climatici**, hanno sicuramente un ruolo fondamentale per delimitare regioni ecologicamente omogenee. Le caratteristiche climatiche influenzano direttamente l'esistenza, la distribuzione e la storia delle popolazioni e degli ecosistemi forestali. In interazione con l'omogeneità climatica è necessario considerare anche l'effetto delle **caratteristiche geopedologiche** del territorio. Queste sono un elemento di ulteriore diversificazione all'interno di aree omogenee per clima e spesso sono così complesse e dettagliate nelle cartografie che si rende necessario operare semplificazioni per poter procedere nel lavoro.

### Distribuzione delle specie e diversità genetica

La suddivisione in regioni di provenienza deve essere realizzata per ciascuna specie. Si dovrà perciò procedere realizzando **mappe di distribuzione** almeno per le specie di maggior interesse. La base cartografica ottenuta individuando **aree ecologiche omogenee** rimarrà il riferimento di base per tutte le fasi successive.

Ad essa sarà sovrapposta la mappa di distribuzione di ogni singola specie e, se disponibile, l'informazione sulla sua struttura genetica. Questa mappa dovrà essere usata operando una sintesi che porti a delimitare le **regioni di provenienza** vere e proprie.

La delimitazione di aree omogenee per specie potrà subire ulteriori modifiche in funzione dell'aggiornamento progressivo dell'informazione sulla variabilità genetica. A questo scopo non si deve sottovalutare l'importanza delle reti sperimentali, quali fonti di caratterizzazione della diversità intra-specifica. Questa potrà essere ricavata dai risultati di **prove comparative** (collezioni di germoplasma, prove comparative di provenienze, di progenie o clonali). Anche la stima dell'interazione *genotipo x ambiente* (BURDON 1977) per **caratteri di tipo quantitativo** (vedi capitolo 4.3) può essere un valido mezzo di valutazione (GRAUDAL *et al.* 1997). I risultati delle prove comparative consentiranno di suddividere i materiali di specie non autoctone in gruppi omogenei per comportamento e quindi di individuare e classificare regioni di provenienza nell'areale di origine, adatte all'introduzione in un nuovo ambiente. E' tipico il caso di una specie esotica ben nota negli Appennini, *Pseudotsuga menziesii*, per la quale è stato effettuato tale tipo di lavoro (DUCCI e TOCCI 1987).

## Come agire?

Individuato il criterio più idoneo alla delimitazione di una grande regione ecologica all'interno della quale si vogliono delimitare le regioni di provenienza, si dovrà procedere come segue.

### Cartografia nazionale d'insieme

a) Procedere all'acquisizione preliminare di tutta l'informazione sulla struttura genetica

della specie, sia tramite bibliografia che fonti storiche, utilizzando anche i dati di ricerche e sperimentazioni in campo, come descritto precedentemente.

b) Decidere, sulla base della biologia riproduttiva, dell'ecologia e delle strategie di dispersione delle diverse specie, se il metodo di delimitazione delle regioni può essere generalizzabile o deve essere adattato di volta in volta.

c) E' necessario stabilire una **cartografia fisica** a piccola scala (1:1x10<sup>6</sup> o inferiori), che serva da quadro d'unione e sia base fondamentale a cui appoggiarsi per tutte le operazioni successive, nella quale è bene siano riportati i confini amministrativi.

d) Sovrapporre alla precedente una **cartografia climatica**, riportandola alla scala corrispondente alla carta fisica di base.

e) Sovrapporre alle precedenti cartografie, **carte fito-ecologiche** o delle **associazioni vegetali** o quanto altro si ritenga necessario a rappresentare sinteticamente le variazioni ecologiche con approssimazione sufficiente per le piccole scale. La sintesi di "c", "d" ed "e" delimiterà le **unità ecologiche di base** o **regioni ecologiche**.

f) Sovrapporre alle regioni ecologiche la **distribuzione** di ciascuna specie con la sua eventuale strutturazione genetica intra-specifica, delimitata da confini geografici ben individuabili (fiumi, spartiacque, grandi vie di comunicazione ecc.) o altre barriere ai flussi di geni. La sintesi tra "e" e "f" darà origine alla delimitazione di **regioni di provenienza**.

### Cartografia regionale di dettaglio

a) Analogamente, si procede poi a stabilire, se necessario, una **base cartografica fisica** di maggior dettaglio (sufficiente la scala 1:250.000), che possa essere utilizzata a livello locale e, nel caso del nostro Paese, a livello regionale.

b) Utilizzare **carte forestali regionali**, se esistono, o in alternativa **carte della vegetazione**, o delle principali associazioni vegetali da sovrapporre alle carte fisiche a scala 1:250.000.

c) Individuare una **cartografia pedologica**, o in alternativa **geologica**, in cui le classi riportate siano ridotte alla minor quantità possibile, al fine di semplificare il lavoro successivo.

d) Per ogni singola specie prescelta realizzare un **inventario delle risorse** (KLEINSCHMIT *et al.* 1999) ed una **cartografia dettagliata della distribuzione**. Questa va eseguita alla stessa scala delle precedenti, in maniera da renderla sovrapponibile. Inventari forestali, cartografie ricavate da **aero-foto-interpretazione**, GIS (*Geographic Information System*) ecc., sono strumenti di grande utilità.

e) Sovrapporre la cartografia della distribuzione, per ciascuna specie, a quella delle regioni ecologiche già delimitate, considerando eventuali barriere ai flussi genici, confini amministrativi ecc..

f) Avviato il lavoro di selezione dei **materiali di base**, si procederà a identificarne la posizione sulla carta delle regioni di provenienza di ciascuna specie.

g) Fase finale sarà l'**identificazione delle regioni di provenienza con codici** appositamente creati. Questi dovrebbero essere attribuiti secondo un sistema nazionale ed europeo (vedi capitolo 7).

La cartografia così ottenuta, dovrà essere allegata ai **registri dei materiali di base**. Essa conterrà di un quadro d'unione nazionale delle regioni ecologiche (scala 1:1x10<sup>6</sup> o inferiori), con annesse tante carte delle regioni di provenienza quante sono le specie. Le sezioni, riferite a ciascuna Regione, conterranno a loro volta un quadro d'unione regionale (in scala 1:250.000) delle zone ecologiche individuate

ed altrettante cartografie di dettaglio della distribuzione delle specie e della dislocazione dei boschi da seme.

E' necessario che le diverse cartografie regionali siano solidali tra loro e tengano conto delle regioni ecologiche individuate su scala nazionale, in quanto i confini di regioni di provenienza comuni dovrebbero coincidere. Inoltre è da tenere presente che materiali di propagazione "identificati alla fonte" di una stessa regione di provenienza possono essere impiegati tranquillamente anche prescindendo dai limiti amministrativi.

La suddivisione in **fasce altimetriche** delle regioni di provenienza si può effettuare direttamente sulla cartografia, o si possono adottare **classi eco-pedologiche** (JRC 2001) che già contengano questo parametro tra i fattori di classificazione adottati. In alternativa si possono adottare fasce altitudinali ampie 200-300 m, che costituiranno un elemento di suddivisione delle regioni ecologiche in **sotto-regioni**. Un'altra alternativa, forse più efficiente, è di campionare popolamenti da seme ed altri materiali di base per ogni altitudine, riportandone le caratteristiche altitudinali e pedologiche di dettaglio sulla scheda di registrazione.

### 5.1.1 Parametri fisici

GIUSEPPE PIGNATTI  
FULVIO DUCCI

La suddivisione del territorio in **regioni ecologiche** relativamente omogenee, per successive analisi sulla diversità genetica, è il punto di partenza degli studi dedicati alla definizione delle **regioni di provenienza**. In linea di massi-

ma, un territorio si può considerare come un mosaico di sistemi a vari livelli di organizzazione (habitat, ecosistemi, paesaggi), entro certi limiti "omogenei" al loro interno. Le Dolomiti, ad esempio, rappresentano un insieme di paesaggi "tipica" per certi aspetti e quindi descrivibile e differenziabile da altre realtà territoriali. In questa operazione di classificazione e analisi del territorio è opportuno adottare un metodo che tenga in considerazione la scala geografica e quindi rifletta meglio l'andamento "gerarchico" di certi fenomeni ecologici. A livello nazionale, ad esempio, possono entrare in gioco fattori di tipo bio-geografico difficilmente percepibili a livello più locale, dove invece contano fattori legati alle caratteristiche della stazione (habitat). I parametri fisici che influenzano la distribuzione delle specie forestali possono inoltre presentarsi come fenomeni di "gradiente" o con andamento discreto ("barriere") e sono dei più vari: climatici, geo-pedologici, orografici, idrografici, topografici. Così è necessario operare una semplificazione e cercare di individuare con criterio i più significativi.

Non bisogna d'altra parte dimenticare che, ai fini di una suddivisione del territorio in aree ecologicamente omogenee, la sola considerazione dei fattori fisici non è sufficiente. Nella realtà infatti sono frequenti i fenomeni di "compensazione", che rendono possibile alle specie forestali una crescita anche in condizioni diverse dalla "norma" (ad esempio le esigenze idriche maggiori di una certa specie possono essere compensate, in condizioni di clima arido, da una elevata oceanicità): per questo può essere opportuno considerare anche la distribuzione delle specie e delle comunità vegetali, indicatori della complessa interazione fra fattori ecologici.

Con queste premesse, al fine di definire un



**Figura 9** – Carta delle regioni ecologiche d'Italia (**eco-regioni**) con relativa suddivisione bioclimatica interna (riproposta a colori nella terza di copertina).

primo livello di suddivisione del territorio nazionale in **aree ecologicamente omogenee**, viene qui proposta (Figura 9) una carta basata sui seguenti criteri:

- a) **climatico**: precipitazioni medie annue, temperatura media annua, mesi di aridità (TOMASELLI 1973; TOMASELLI *et al.* 1973);
- b) **orografico-idrografico**: considerando i versanti delle catene montuose principali (ad esempio Appennini: versante tirrenico/versante adriatico) e corsi d'acqua principali (ad esempio Po).

Le **geologia** è stata considerata per grandi sistemi litologici, senza particolare dettaglio, trattandosi di un aspetto analizzato più approfonditamente a maggior dettaglio nelle cartografie regionali e locali.

A livello **bio-climatico** l'Italia è divisa in due grandi unità, quella a **clima mediterraneo** (zone 1-6) e quella a **clima temperato** (zone 7-13) con precipitazioni, temperature e mesi di aridità estiva differenti. La zona critica di passaggio

fra questi due tipi di clima, di notevole rilevanza bio-geografica, è stata oggetto di vari studi e sull'esatta delimitazione non mancano opinioni divergenti. Grosso modo, però, come evidenzia la cartina, il limite corre lungo i rilievi di Lazio centrale ed Abruzzo meridionale. In effetti, molte specie boreali e dell'Europa centrale trovano il loro limite distributivo meridionale in questa zona (esempio pino mugo, mirtillo nero) o diventano assai rare, differenziando specie vicarianti più a sud (esempio betulla). A livello fito-sociologico, in questa zona i corredi floristici delle associazioni forestali (ad esempio delle faggete), si dividono fra quelli di maggiore impronta centroeuropea e quelli più spiccatamente mediterranei. Un esempio concreto di applicazione della carta qui presentata è riportato nel paragrafo 5.1.1.3. Nel complesso è stato possibile suddividere l'Italia in 13 regioni bio-climatiche di riferimento variamente distribuite sul territorio nazionale. Queste, combinate con la latitudine, l'altimetria e la conformazione orografica hanno consentito di definire in totale 34 regioni ecologiche (o eco-regioni, delimitate da confini geografici o barriere fisiche naturali per i flussi genici), di cui 9 alpine e prealpine (incluso l'arco alto-adriatico), 10 Nord e centro appenniniche, 10 Sud appenniniche e 5 delle Isole.

Si è così costituita una **carta base**, con funzione di **quadro d'unione generale** che fornisce, a piccolissima scala, un'idea della suddivisione in regioni ecologiche. Essa potrebbe consentire di rendere comunicanti i sistemi di delimitazione di regioni di provenienza tra regioni amministrative limitrofe.

Va considerato che a livello genetico la diversità intra-specifica delle specie forestali non tiene conto dei confini amministrativi, per cui ha poco senso scendere in maggior dettaglio.

Questa informazione è invece necessaria quando si deve passare alla descrizione delle singole unità di ammissione ai registri ufficiali. Nelle **schede di registrazione** dei materiali di base, soprattutto fonti di semi e soprassuoli, è necessario infatti fornire informazione dettagliata sulle caratteristiche pedo-climatiche in cui il materiale cresce e si riproduce.

A questo punto è sufficiente usare cartografie (pedologiche, eco-pedologiche o quanto altro si ritenga utile) in scala 1:250.000 su cui collocare ogni singola popolazione rilevata, per caratterizzarla da questo punto di vista.

Si dovranno considerare fattori fisici di carattere locale. Clima e suoli sono certamente i fattori fondamentali che possono condizionare la diversità biologica a questo livello. Poiché gli strumenti potenzialmente disponibili sono vari, appare sensato basare la definizione delle regioni di provenienza su uno strumento omogeneo di analisi del territorio per tutta Italia. Un mezzo disponibile è la carta eco-pedologica realizzata dall'European Soil Bureau (JRC 2001), che è stata presa ad esempio e come punto di partenza per definire, all'interno di ogni Regione, le unità omogenee dal punto di vista eco-pedologico, base per la successiva descrizione di dettaglio delle popolazioni da iscrivere. A questo livello, le informazioni relative alla vegetazione forestale che possono aiutare ad analizzare meglio il territorio potranno riguardare i **tipi forestali**, *unità ecologicamente ben definite e base della gestione forestale e degli inventari in molte Regioni del Centro-Nord*. In alcuni casi può essere disponibile anche una cartografia dei tipi forestali in ambito regionale.

Nella Figura 10 è riportato a titolo di esempio uno stralcio della carta eco-pedologica (in scala 1:250.000), relativa all'area del Monte



che consente una immediata distinzione tra l'eterozigote e l'omozigote dominante. Infine, il marcatore deve presentare un'elevata variabilità tra gli individui della popolazione (**polimorfismo**) e la sua analisi deve essere, per quanto possibile, **ripetibile** nel tempo (momenti successivi) e nello spazio (altri laboratori). Ovviamente, il marcatore che presenta in maniera assoluta tutte queste caratteristiche di fatto non esiste: si tratterà quindi di scegliere quelli che meglio si prestano al tipo di analisi che si vuole effettuare, nonché alle competenze analitiche degli operatori.

I **marcatori genetici** possono essere ricondotti a quattro grandi categorie: **morfologici**, **fisiologici**, **biochimici** e **molecolari**. I primi riguardano caratteristiche legate all'aspetto degli individui (forma delle foglie, colore dei fiori, struttura del frutto) e trovano scarse applicazioni in campo forestale, soprattutto perché risentono in maniera molto elevata dell'effetto dell'ambiente sulla loro manifestazione fenotipica e per le loro caratteristiche di trasmissione ereditaria spesso sconosciute.

I **marcatori fisiologici** fanno riferimento in particolare alla fenologia dell'individuo (periodo di ripresa vegetativa, di fioritura, di maturazione dei frutti), ma presentano gli stessi inconvenienti, in misura ancora più evidente, dei marcatori morfologici.

I **marcatori biochimici** sono invece prodotti primari della trascrizione del materiale ereditario (DNA), quali terpeni, antociani e soprattutto proteine. Tra queste ultime sono le proteine enzimatiche ad essere più comunemente impiegate negli studi di genetica forestale. Si tratta di proteine altamente specializzate, che catalizzano le numerose reazioni che avvengono all'interno delle cellule viventi. Con il termine **isoenzima** ci si riferisce più propriamente alle varie forme molecolari, diverse per dimen-

sione, struttura chimica e quindi mobilità in campo elettrico, in grado di catalizzare la stessa reazione (MARKERT e MOLLER 1959). Mediante separazione elettroforetica e successiva localizzazione dell'isoenzima sul substrato di migrazione è possibile risalire alla forma molecolare presente nei vari individui in esame e, quindi, identificare il loro genotipo (BELLETTI e MONTELEONE 2002).

I **marcatori molecolari**, infine, sono specifiche sequenze di DNA, che di solito vengono messe in evidenza dopo un processo di ripetuta sintesi *in vitro* (tecnica della PCR o *DNA-Polymerase Chain Reaction*). La presenza o l'assenza del prodotto di amplificazione (oppure, in taluni casi, la loro dimensione) consente di evidenziare il polimorfismo eventualmente presente a livello del materiale ereditario (GLAUBITZ e MORAN 2000). I marcatori molecolari, pur presentando difficoltà analitiche superiori rispetto agli altri tipi di marcatori, sono oggi quelli di impiego più comune. Tuttavia, alcuni limiti legati alla loro utilizzazione (quali la non sempre ottimale riproducibilità delle analisi e la mancanza di dominanza allelica che caratterizza la maggior parte di essi), rendono ancora di grande utilità l'analisi isoenzimatica.

L'analisi genetica delle popolazioni forestali fornisce numerose indicazioni, la cui conoscenza è di basilare importanza per ottimizzare le strategie di gestione delle popolazioni e, in particolare, della loro diversità.

Tali informazioni possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

- **valutazione del livello di variabilità genetica presente nel materiale in esame:** si tratta di stimare se, e fino a che punto, gli individui che costituiscono la popolazione sono geneticamente diversi tra di loro. Il parametro che meglio esprime il livello di variabilità genetica

è l'eterozigosi. Infatti, quanti più alleli diversi sono presenti in un particolare *locus* genico, tanto maggiore sarà la probabilità che gli individui ne presentino due diversi. L'eterozigosi può a sua volta essere quella osservata ( $H_o$ ) oppure quella attesa ( $H_e$ ) (NEI 1975). La prima si misura direttamente sul materiale che si è analizzato ed è valutabile, ovviamente, soltanto nel caso in cui si utilizzino marcatori di tipo codominante (isoenzimi, oppure microsattelliti). L'eterozigosi attesa, invece, è quella che si calcola a partire dalle frequenze alleliche, nell'ipotesi di popolazione in equilibrio di Hardy-Weinberg. Ad esempio, nel caso più semplice (un unico *locus* genico con due alleli, A ed a, presenti nella popolazione con frequenza, rispettivamente, di  $p$  e  $q$ ), l'eterozigosi attesa sarà pari a  $2pq$ . Un altro parametro che stima la ricchezza allelica è il numero medio di alleli per *locus* ( $N$ ), che si ottiene semplicemente mediando il numero totale di *loci* individuati per quello dei geni analizzati:

$$N = \Sigma \text{alleli} / \Sigma \text{loci}$$

Questo indice presenta un grande inconveniente, non tenendo in alcun conto la frequenza con cui i vari alleli sono presenti nella popolazione, ma solo il loro numero complessivo. E', invece, evidente come il contributo di ogni singolo allele al livello totale di biodiversità sia fortemente condizionato dalla sua frequenza. In una popolazione con due alleli presenti con la stessa frequenza ( $p = q = 0,50$ ), l'eterozigosi attesa è di 0,50. Se però i due alleli sono fortemente sbilanciati ( $p = 0,9$  e  $q = 0,1$ ), l'eterozigosi scende a 0,18, pur essendo il parametro  $N$  identico nei due casi. Questo inconveniente può essere superato ricorrendo al numero effettivo di alleli per *locus* ( $N_e$ ) (CROW e KIMURA 1979), nel quale ogni allele viene "pesato" in funzione della sua frequenza. In particolare,  $N_e$  diventa uguale all'inverso del-

l'omozigosi di ciascun *locus*, cioè  $N_e = 1/1-H_e$ . Un altro indice di ricchezza allelica è la percentuale di loci polimorfici ( $P$ ), che esprime la frequenza di *loci* in cui è presente più di un allele sul totale dei *loci* analizzati. Per convenzione, un *locus* viene considerato polimorfico solo se l'allele più raro presenta almeno una frequenza del 5%.  $P$  manifesta gli stessi limiti di  $N$ : non ci dice nulla sulla frequenza dei vari alleli, limitandosi a indicarne la presenza.

• **Struttura genetica della popolazione:** in questo caso si valuta se la popolazione è in accordo con le aspettative della legge di Hardy-Weinberg e, in caso negativo, si cerca di individuare le cause del disequilibrio. Uno dei parametri più diffusi a tale scopo è l'indice di fissazione ( $F_{IS}$ ) (WEIR e COCKERHAM 1984). Si calcola come rapporto tra la differenza delle eterozigosi attesa ed osservata su quella attesa:

$$F_{IS} = (H_e - H_o) / H_e$$

Se l'indice di fissazione assume valori non significativamente diversi da zero, significa che la popolazione è in equilibrio e, quindi, che i meccanismi di fecondazione incrociata tipici delle specie allogame (come quasi tutte le specie forestali dei climi temperati) funzionano in modo regolare. Se, invece, l'indice di fissazione assume valori significativamente diversi da zero la popolazione non è in equilibrio e sono in corso processi evolutivi che potranno, nel medio e lungo periodo, modificare le caratteristiche genetiche della popolazione stessa. In particolare, un indice di fissazione di segno positivo (quale si riscontra nella maggior parte dei casi) indica un livello di omozigosi superiore a quello previsto dalle condizioni di equilibrio. Questo può essere determinato da autofecondazione oppure incrocio tra individui più o meno imparentati (*inbreeding*). L'*inbreeding* può essere dovuto a: dimensione troppo piccola della popolazione,

densità non ottimale, difficoltà nella dispersione del polline o dei semi, oppure a selezione antropica che ha coinvolto soprattutto gli individui eterozigoti. Un indice di fissazione positivo, sintomo di eccesso di omozigosi, può anche avere conseguenze molto importanti sulla qualità dei semi prodotti dal bosco. E', infatti, noto come l'omozigosi determini, nelle specie allogame, fenomeni di **depressione**, che possono manifestarsi con un aumento della frequenza di semi vani e con un generale indebolimento delle piantule.

• **Differenziazione genetica tra le popolazioni:** in questo caso si valuta se, e quanto, le diverse popolazioni che si stanno esaminando sono geneticamente diversificate tra di loro. Può essere conseguenza di meccanismi di selezione adattativa a condizioni pedo-climatiche particolari e/o a seguito di fenomeni di deriva genetica (perdita di alleli per motivi casuali). La valutazione della differenziazione genetica si effettua calcolando la **variabilità genetica totale** ( $H_T$ ) esistente nel complesso degli individui in esame (riunendo cioè tutte le popolazioni).  $H_T$  si può stimare come **eterozigosi media**, calcolata a partire dalle frequenze alleliche medie tra tutte le popolazioni ( $H_T = 1 - (p^2 + q^2)$  nel caso di un *locus* con due soli alleli). La variabilità totale viene poi scomposta nelle sue componenti interna alle singole popolazioni ( $H_S$ , uguale alla media di tutte le eterozigosi calcolate per ciascuna popolazione) e tra popolazioni diverse ( $D_{ST}$ , si ottiene per differenza tra  $H_S$  e  $H_T$ ). Infine, il **grado di differenziazione genetica** ( $G_{ST}$ ) esprime la percentuale della variabilità totale dovuta a differenze tra popolazioni.  $G_{ST}$  assume, nella norma, valori che possono arrivare fino a 0,20-0,25: al di sopra di 0,05 si può comunque già affermare che la diversità genetica è considerevole. Con i dati illustrati è poi possibile calcolare le distanze

genetiche tra coppie di popolazioni (NEI 1978) e definire, quindi, **aree geneticamente omogenee** all'interno delle quali le popolazioni non presentano significative differenze genetiche. Tali aree possono rappresentare la base per una corretta pianificazione dell'attività vivaistica: all'interno di esse si potrà procedere allo spostamento di materiale riproduttivo senza correre il rischio di inquinamenti genetici. Al contrario, occorrerà prendere adeguate precauzioni se il materiale utilizzato per gli impianti proviene da aree geneticamente differenziate.

### 5.1.3 Un esempio sulla delimitazione di regioni di provenienza quando si disponga anche di informazione genetica

FULVIO DUCCI  
GIUSEPPE PIGNATTI  
ROBERTA PROIETTI

*Abies alba* è una delle specie maggiormente conosciute nel nostro Paese e si presta, quindi, ad essere un esempio per verificare la bontà del **metodo misto** per la costruzione di una **carta delle regioni di provenienza**. L'abeto italiano, distribuito su circa 60.000 ha, è caratterizzato da variazione clinale nel senso della longitudine da una serie di meta-popolazioni che, attualmente isolate, sono state ripetutamente a contatto nel corso di varie fasi interglaciali. In Italia sono iscritti attualmente al Libro Nazionale dei Boschi da Seme 26 abetine, in gran parte autoctone.

Esiste un'abbondante letteratura sulla distribuzione e sulla variabilità intra-specifica dell'abete, soprattutto quello appenninico, verificata su caratteri fenotipici a partire dall'immediato primo dopoguerra, tramite la piantagione di una prima serie di prove comparative (PAVARI e MORANDINI 1951; DUCCI *et al.* 1998; AA. VV. 2001). Oggi si dispone anche di una buona quantità di dati sulle caratteristiche genetiche della specie.

Vari autori hanno studiato le relazioni tra l'abete italiano e le diverse specie *circum-mediterranee* (DUCCI *et al.* 1999a; PARDUCCI e SZMIDT 1999; VICARIO *et al.* 1995), a livello intra-specifico (DUCCI e PROIETTI 1997; PARDUCCI *et al.* 1996), impiegando marcatori genetici biochimici e DNA si dispone perciò di informazione relativamente precisa.

L'esame comparato dei dati, essenzialmente distanze genetiche, ottenuti con le diverse tecniche, permette di distinguere due grandi gruppi, uno settentrionale ed uno meridionale, suddiviso a sua volta in tre sottogruppi. La cerniera tra i due gruppi maggiori, sembra collocarsi all'altezza del Molise, a circa 41° 40' di latitudine. Questa zona potrebbe anche essere un antico punto di contatto tra abete del sud Italia e quello balcanico. Endemismi botanici che mostrano antichi scambi tra ecosistemi a faggio-abete delle due sponde adriatiche sembrano confermare una simile ipotesi. La parte settentrionale dell'areale, pur nella diversità determinata da isolamento ed adattamento a condizioni stagionali, può essere considerato relativamente omogeneo, salvo una marcata differenziazione tra popolazioni delle Alpi Marittime Cozie e Graie (Val Pesio e Val Maira in Piemonte, Val Nervia in Liguria ecc.), che mostrano relazioni con popolazioni del versante francese, e popolazioni orientali. Per i materiali alpini, tuttavia, l'informazione

non è molto numerosa, perchè meno studiate sotto questo punto di vista rispetto a quelle meridionali. Man mano che si procede verso Sud aumentano i livelli di variabilità e la differenziazione tra gruppi di popolazioni che sono sufficientemente estese e numerose per garantire il mantenimento di variabilità sufficiente. In Calabria, antico rifugio durante i periodi glaciali, è possibile osservare grande diversità, distinguendo almeno 4 regioni genetiche di provenienza: Pollino (di transizione tra le popolazioni molisano-campane e quelle calabresi), Sile, Serra S. Bruno (ben nota per il suo vigore, tanto che potrebbe essere considerata un ecotipo) ed Aspromonte.

In Italia centro settentrionale, soprattutto in Toscana, sono ingenti anche gli apporti di materiale non autoctono, di incerta origine centro-europea o di altra provenienza. Simili casi pongono il problema della gestione delle risorse genetiche (selvicolturale e programmazione di nuove eventuali piantagioni), che dovrebbe essere finalizzata alla tutela della diversità autoctona.

La delimitazione di regioni di provenienza, ottenuta sovrapponendo l'informazione genetica a quella ecologica, consentirà di attuare questa gestione. Tuttavia la delimitazione non dovrebbe essere tassativa, soprattutto per i confini amministrativi. Possibili sovrapposizioni tra aree vicine possono infatti consentire flussi di geni tra popolazioni limitrofe, necessari a mantenerne equilibrata la struttura genetica.

In definitiva sono state individuate, seguendo il metodo proposto in questo capitolo, almeno otto importanti regioni di provenienza relativamente omogenee dal punto di vista genetico ed ecologico. Esse sono di estensione variabile in funzione del livello di diversità intra-specifica, della somiglianza tra popolazioni e di

tutte le barriere geografiche che possono aver giuoco nel condizionare i flussi di geni presenti e futuri. La sovrapposizione con la carta delle regioni ecologiche italiane (capitolo 5.1.1) mostra che l'abete è distribuito nelle regioni bioclimatiche 10 ed 11 corrispondenti a quelle di maggior quota, dominate dal castagno, dalle

querce caducifoglie e dal faggio.

Per brevità non si intende in questa sede entrare in dettagli sulle regioni di provenienza, ma è importante, per lo scopo che queste linee guida si propongono, che sia chiaro il principio di base che dovrebbe essere utilizzato nel delimitare le regioni di provenienza.

## 6.1 La raccolta: generalità

FABIO GORIAN

Si raccoglie e commercializza seme perché si vogliono produrre piantine e questo è ovvio. A volte, però, in molte specie non vi è produzione di seme costante tutti gli anni. Si registrano infatti fluttuazioni e periodicità di fruttificazione. Pertanto si produce seme anche per accumulare scorte per far fronte alle annate di produzione scarsa o nulla. Non tutte le sementi, tuttavia, si prestano alla conservazione.

I fattori principali della **conservazione** sono: **basse temperature** e **contenuto d'umidità** del seme. Mentre un frigorifero è sufficiente per garantire adeguate temperature di conservazione, per alcune specie dette **recalcitranti**, non è possibile ridurre l'umidità dei semi, in quanto subirebbero riduzione della facoltà germinativa. Le specie che producono sementi disidratabili, e quindi conservabili, sono dette **ortodosse**.

Si dice sempre, impropriamente, raccolta di seme. In realtà, si raccolgono i frutti, dai quali, successivamente, si estraggono le sementi. Fatta questa premessa, la Comunità Europea, con la Direttiva 66/404/CEE, regolamentò per la prima volta la produzione ed il commercio dei materiali forestali di moltiplicazione. Questa Direttiva venne recepita in Italia con la legge 269/73.

Non tutte le specie d'interesse forestale sono tutelate e soggette a normative di produzione, ma solo quelle elencate nell'allegato A della

legge 269/73 e quelle dell'allegato I alla Direttiva 1999/105/CE (definibili correntemente come "specie di legge"). Tutte le altre, in teoria, sono di libera raccolta e commercializzazione. In realtà non è proprio così, in quanto ogni Regione italiana, anche se in maniera generica, regola la raccolta di piante e di frutti del bosco mediante le Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale (P.M.P.F): in queste prescrizioni in genere vengono posti dei limiti quantitativi, anche se non vengono previste delle procedure amministrative autorizzative.

La raccolta di materiali di propagazione di specie di legge deve essere organizzata ed eseguita nei boschi da seme o altri materiali di base ufficialmente iscritti nei registri. Non sempre, però, questi siti producono frutti, per cui è stato possibile, sino ad oggi, ricorrere, in assenza di produzione, anche a materiale di base "identificato alla fonte". Inoltre, di alcune specie, soprattutto latifoglie, ancora non esistono boschi selezionati o arboreti da seme.

Fino a non molti anni fa si indicava e si prescriveva la raccolta solo da piante ben conformate e dominanti, allo scopo di attuare un minimo di selezione. Questi soggetti producono pochi frutti, in quanto caratterizzati da chiome ridotte. Le piante produttive sono quelle ai margini o quelle isolate, solitamente mal conformate, con ramificazioni abbondanti e raramente dominanti.

Molti dei boschi da seme attualmente esistenti sono popolati da piante fenotipicamente ben strutturate, per ciò che riguarda la produzione legnosa, ma non particolarmente adatte come piante produttrici di seme. È importante, quando si seleziona un bosco, essere coscienti di quale è lo scopo della selezione: se è per seme o per produzione di legname. Spesso sono esigenze contrapposte, alle quali si può ovviare sia adottando disciplinari di gestione finalizzati ad incrementare la produzione di seme, sia provvedendo a creare arboreti da seme.

Ultimamente non è più raccomandata la raccolta solo dai fenotipi migliori; restano comunque ancora da evitare i soggetti fitopatologicamente suscettibili.

## Metodi di raccolta

### Le conifere

Gli strobili, i frutti di questa categoria di piante, non si staccano a maturità e vanno quindi raccolti manualmente arrampicandosi sulla chioma. Per evitare danni al seme i frutti vanno calati a terra in sacchi. In questo modo si risparmia anche tempo e non c'è più bisogno di andare alla ricerca dei frutti gettati a terra.

La raccolta manuale dalle piante in piedi è una delle attività più pericolose che si possano immaginare; la quantità di incidenti per cadute per fortuna è molto scarsa, ma le conseguenze sono frequentemente mortali e spesso altamente invalidanti. Solo personale addestrato e con caratteristiche psico-fisiche idonee può dedicarsi a questo mestiere. In questi ultimi anni si sono sviluppate tecniche di salita sulle piante in tutta sicurezza: esse derivano dal *free climbing* e per analogia si chiamano *tree climbing*. Questo sistema consente di lavorare ancorati alla pianta senza pericoli di caduta accidentale. Il rischio rimane comunque elevato e non sono concesse distrazioni o cali di ten-

sione. Al rischio di caduta si deve sommare spesso l'aspetto climatico. Il lavoro si svolge in periodi freddi e piovosi e in condizioni di luminosità ridotta, spesso con vento gelido. Frequentemente bisogna camminare, talvolta a lungo, su terreno impervio per raggiungere le piante.

La raccolta meccanica non è molto diffusa, in quanto è possibile solo in determinate situazioni favorevoli di pendenza e densità dei soprassuoli. Poiché le conifere in Italia sono confinate in aree montuose e quindi frequentemente a pendenza elevata, il ricorso a mezzi meccanici è quindi molto limitato. La mancanza di strade forestali inoltre limita ulteriormente questa tecnica di raccolta. La raccolta meccanica, pertanto, è circoscritta a pochi soggetti in posizione favorevole, fatto questo che si riflette in una minore diversità del materiale raccolto.

### Le latifoglie

Molte latifoglie, viceversa, disseminano a maturità le sementi prodotte ed alcune, come nel caso delle querce, hanno il letto di caduta prevalentemente nell'area di insidenza della chioma. Non vi sono particolari accorgimenti da adottare per queste specie. L'utilizzo di reti per facilitare la raccolta può rivelarsi controproducente: tutto il prodotto può essere più facilmente oggetto di predazione da parte di topi o uccelli. Da non trascurare è l'aspetto fitopatologico e parassitario: a seconda dell'ambiente si potranno sviluppare attacchi di coleotteri curculionidi o di agenti del marciume. È molto importante che il personale sappia riconoscere prima della raccolta lo stato di maturazione del materiale che sta prelevando. Il materiale raccolto deve essere trattato con oculatezza, sia per prevenire attacchi fungini, sia per evitare dannosi e mortali disseccamenti.

Per molte specie la raccolta può essere effettuata stando a terra e percuotendo la chioma. E' il caso del faggio, degli aceri, dei frassini e di altre piante. Il ricorso a mezzi meccanici (come autoscale, elevatori con cestelli) è più facile che non con le conifere. Molte di queste specie vivono anche in pianura, in siti talvolta facilmente raggiungibili da strade e con scarsa pendenza.

In questi ultimi anni c'è stato un incremento della richiesta e quindi della produzione di seme di **specie cosiddette secondarie**. Si tratta in genere di *latifoglie arbustive non molto sviluppate in altezza*. Solitamente i frutti si raccolgono stando a terra, viste le ridotte dimensioni della pianta. Se i frutti prodotti sono drupe che maturano in tarda estate, bisogna evitare che questi giungano ad uno stadio avanzato di fermentazione, che potrebbe condurre a fenomeni di marcescenza dell'intero lotto di seme. I semi di alcune specie maturano in tempi successivi alla caduta o alla raccolta. Quasi tutte le latifoglie presentano, inoltre, semi caratterizzati da **dormienza**, per cui essi pur mantenendosi vitali nel tempo, non germinano immediatamente, ma possono farlo solo dopo che questa è stata interrotta mediante **vernizzazione**.

In Italia sono prodotti semi di circa 250 specie d'interesse forestale o naturalistico, di cui un terzo è, sotto l'aspetto commerciale, soggetto a controllo di legge.

Quasi tutte le piante forestali italiane hanno il loro periodo di maturazione tra l'estate e l'autunno: è in questo periodo quindi che si concentra l'attività di raccolta.

## Le procedure di raccolta

Bisogna distinguere tra raccolta che interessa una "specie di legge" da quella che riguarda una "specie non di legge". In quest'ultimo caso

le procedure sono abbastanza semplici. Bisogna infatti fare riferimento alla normativa locale e comportarsi di conseguenza. Di solito si tratta di normativa non specifica, ma d'indirizzo, che indica i quantitativi massimi da raccogliere. Spesso, infatti, prende come riferimento i frutti eduli e in qualche modo, per non depauperare la ricchezza locale, pone dei limiti.

Ben diversa è la procedura nel caso di "specie di legge": in questo caso, infatti, l'operazione di raccolta avrà come atto finale la **certificazione della provenienza**.

## L'autorizzazione alla raccolta

**Prima dell'inizio di una raccolta**, l'incaricato deve chiedere all'organismo ufficiale di controllo, competente per territorio, l'**autorizzazione** allo svolgimento di questi lavori. L'addetto alla raccolta, nel caso in cui sia anche il destinatario finale, deve essere provvisto di **licenza all'esercizio dell'attività di vivaista forestale**. Chi è provvisto di licenza, inoltre, può operare anche conferendo ad altri l'incarico di raccolta, purchè il materiale figurì temporaneamente depositato nel cantiere di lavoro ed abbia come utilizzatore e destinatario chi è possessore di licenza. Infatti, molte raccolte vengono effettuate da persone che lavorano a cottimo e che normalmente svolgono altre attività: chiedere che siano in possesso di licenza equivarrebbe ad allontanarle da questa importante attività.

Se l'organismo di controllo non è obbligato a formalizzare la concessione dell'autorizzazione alla raccolta, vale il principio del silenzio-assenso.

## La bolletta d'accompagnamento

Ottenuta l'**autorizzazione alla raccolta** (anche col silenzio-assenso), possono iniziare le opera-

zioni. Hanno durata varia da una a più giornate e possono essere svolte anche a più riprese, in funzione delle condizioni climatiche. Preventivamente deve essere avvisato l'organismo di controllo sulla **data d'inizio della raccolta** e sul giorno previsto di **conclusione**. L'organismo di controllo deve essere presente al momento del ritiro del materiale raccolto poiché in questa fase emetterà la **bolletta d'accompagnamento**, in triplice copia. Una copia verrà rilasciata a chi ritira il materiale, una seconda copia verrà inviata alla sede centrale dell'ufficio di controllo, mentre la terza resterà

agli atti dell'archivio dell'ufficio locale dell'organismo di controllo. La bolletta va numerata e datata al momento del rilascio. L'emissione della bolletta di accompagnamento è un atto molto importante, preliminare al **rilascio della certificazione di provenienza**. Nella bolletta d'accompagnamento compariranno le indicazioni relative a luogo di raccolta, specie raccolta, quantitativo, data e periodo di raccolta, nominativo dei raccoglitori, caratteristiche del mezzo deputato al ritiro della merce. La bolletta d'accompagnamento non ha valore ai fini fiscali.

## 6.2 Organizzazione

FABIO GORIAN

### Gli Atti amministrativi preliminari alla raccolta

Prima di effettuare la raccolta dei frutti forestali, bisogna essere in possesso di tutte le autorizzazioni, previste dalla normativa vigente: autorizzazione alla raccolta rilasciata dall'organismo ufficiale di controllo, autorizzazioni comunali, autorizzazioni all'accesso su suolo privato.

### La verifica delle condizioni di maturazione

L'andamento della fruttificazione è fortemente condizionato dalle condizioni climatiche: siccità estiva, eccessive piogge, grandinate, uragani, possono compromettere il buon

andamento di una fruttificazione. Senza dimenticare anche la possibilità di attacchi parassitari o di tagli non preventivati del manto boschivo da parte del proprietario e la possibilità di competizione con animali frugivori e granivori. Aspetto quest'ultimo spesso trascurato ma che, secondo recenti studi, può portare alla scomparsa del 90% del prodotto.

Secondo le più recenti indicazioni provenienti dal mondo scientifico e da prove svolte in campo, lo stadio di maturazione del frutto può influire notevolmente sulla qualità finale del materiale di moltiplicazione. Per alcune specie non vi sono molti giorni a disposizione: si tratta di una "finestra" di tempo tra avvenuta **maturazione** e **disseminazione** nell'ambiente.

L'olmo, che matura i frutti in primavera, consente pochi giorni utili per la raccolta del seme: se le samare vengono raccolte troppo precocemente è molto probabile che il processo di maturazione non sia completato e, in tal caso, l'embrione dissecca; attendere troppo, al contrario, può compromettere la raccolta soprattutto in presenza di giornate ventose.

Anche per l'abete bianco il periodo di tempo utile per la raccolta è assai ristretto: la maturazione di norma avviene intorno alla metà di settembre e gli strobili devono essere raccolti subito, altrimenti il cono si sfalda e il seme si disperde con le prime folate di vento.

Anche le specie che potrebbero essere raccolte in un periodo più lungo, come il ciliegio, non concedono molti giorni effettivamente utili: è stato infatti provato che le drupe devono essere raccolte ben mature, altrimenti la qualità del seme risulta molto bassa. Inoltre ghiandaie e merli sanno riconoscere benissimo il giusto stato di maturazione. Questo aspetto è valido per tutti i frutti carnosì.

Già dal momento della fioritura si può iniziare a pianificare la raccolta. Questo è fondamentale soprattutto per quelle specie soggette a periodicità di fruttificazione, che alternano annate di produzione ad annate di fruttificazione scarsa o nulla. E' su queste che si concentrerà maggiormente l'attenzione del produttore di sementi. Effettuando dei sopralluoghi nei popolamenti da cui raccogliere potrà farsi un'idea sulle prospettative di produzione, potrà quindi pianificare l'intervento con maggior precisione. Dovrà però mantenere, fino al

momento della effettiva raccolta, un monitoraggio dello stato di fruttificazione. Possono infatti intervenire molti fattori, climatici, predazioni, oppure attacchi parassitari, in grado di compromettere il buon esito della raccolta.

## Gli Atti amministrativi dopo la raccolta

Il certificato di provenienza è un atto dovuto, emesso dall'organismo ufficiale di controllo. In esso vengono ripresi tutti i dati, relativi al lotto raccolto in bosco, pervenuti dall'ufficio periferico di controllo. Sarà firmato dal funzionario delegato a queste attività, datato e numerato.

Il certificato di provenienza fa riferimento alla partita di frutti raccolti in bosco e non al lotto di semente ottenuta o alle piantine nate da quelle sementi.

Ogni organismo di controllo avrà un registro sul quale apporrà, in ordine cronologico, i certificati rilasciati. La data e la sigla, o la numerazione del certificato, sono i dati che distingueranno in futuro questo lotto. Infatti tutto il materiale di moltiplicazione per poter essere commercializzato dovrà essere munito di **cartellinatura** di legge (vedi capitolo 4): su questo cartellino, che potrà accompagnare sementi o piantine (o parti di piante), oltre alle caratteristiche identificative della specie, compaiono anche gli estremi della certificazione, ovvero: data della sua emissione e numero. La numerazione dovrebbe essere costituita da un codice alfanumerico (vedi capitolo 7).

## 6.3 L'identità dei materiali di propagazione

### 6.3.1 Strumenti di identificazione

FULVIO DUCCI

Scopo principale della nuova Direttiva, come della precedente normativa, è assicurare un efficiente metodo di identificazione e rintracciabilità dei materiali di propagazione forestale, oltre ad un loro corretto impiego nelle attività selvicolturali. Gli articoli 13 e 14 della Direttiva sono dedicati proprio all'identificazione dei materiali forestali di moltiplicazione durante tutte le fasi di produzione.

I **Registri Ufficiali dei Materiali Forestali di Base**, consentono di legittimare un primo atto legislativo, importante per il controllo della produzione e distribuzione del materiale forestale di propagazione: la **certificazione dell'origine o della provenienza e dell'identità clonale**.

Tutto il materiale delle specie sottoposte alla disciplina della legge deve infatti essere accompagnato, dalla raccolta fino alla messa a dimora delle piantine, da un **certificato di provenienza o di identità clonale** (allegato VIII alla Direttiva 1999/105/CE).

La procedura di certificazione dei materiali era stata messa a punto, relativamente alla legge 269/1973, con apposite circolari ministeriali (allegato 3 del 15.11.74 alla Circ. ministeriale n. 3, prot. 14540 del 24 marzo 1975). Salvo opportuni adattamenti alla nuova realtà nazionale ed interregionale, essa sembra ancora l'unico metodo efficace che consenta di garantire un sistema comune di certificazione dei materiali a partire dalla raccolta.

Nella pratica il certificato dovrebbe essere rilasciato da un **ente certificatore**. Esso può variare secondo la Regione in cui si opera, può essere ad esempio il servizio forestale regionale o altra istituzione delegata, che abbia i mezzi e l'operatività per garantire efficienza sul piano tecnico. La raccolta deve essere effettuata, con particolari modalità, atte a salvaguardare lo stato sanitario delle piante ed un congruo livello di variabilità genetica, (allegato 3 del 15 novembre 1974 alla Circ. ministeriale n. 3, prot. 14540 del 24 marzo 1975, in MORANDINI e MAGINI 1975), sotto la sorveglianza di servizi presenti territorialmente. Questi dovrebbero provvedere anche a rilasciare la **bolletta di accompagnamento**, o un documento di analogo significato, necessaria per la rimozione dei materiali di propagazione raccolti.

Il certificato di provenienza, definito **certificato principale di identità** dalla nuova Direttiva rimane nelle mani del primo produttore, che è tenuto ad apporre **cartellini di identificazione**, allo scopo di mantenere l'identità in tutta la filiera produttiva. I cartellini hanno valore di certificazione ed attestano l'origine o la provenienza del materiale, riportando anche l'identità del produttore, l'anno di raccolta o di produzione, la quantità, la durata del ciclo produttivo, il numero di partita del **registro di carico e scarico**. L'allegato 6 alla stessa circolare ministeriale stabiliva che per le sementi dovesse essere indicato il numero di germi vitali, la purezza, la facoltà germinativa dei semi puri, il peso di mille semi e la tecnica di conservazione usata (vedi capitolo 6.4).

Questi cartellini e sembra tutti gli altri documenti di identificazione, gli stessi oggi previsti

dall'art. 14 della nuova Direttiva, devono essere di colore differente: **giallo, verde, rosa o blu**, secondo la categoria in cui li pone il livello di miglioramento genetico del materiale di base da cui provengono: giallo per il materiale **identificato alla fonte**, verde per quello **selezionato**, rosa per quello **qualificato** e blu per quello **controllato**.

### 6.3.2 I registri di carico e scarico

ALBERTO VERACINI

La necessità del mantenimento dell'identità del materiale forestale di moltiplicazione, trova nella registrazione dei movimenti delle varie partite uno dei momenti al tempo stesso cruciali e delicati. Per realizzare un impianto legislativo della filiera vivaistica forestale, basato sul controllo dell'origine dei materiali di propagazione, è necessario predisporre un efficiente sistema di monitoraggio e di controllo dell'identità.

La distinzione dei lotti di strobili, frutti, semi o piantine non può prescindere da una corretta ed ordinata catalogazione dei materiali, che rappresenta, parallelamente, presupposto e conseguenza di una corretta gestione complessiva dei materiali di moltiplicazione.

I **registri di carico e scarico**, previsti dal decreto del Ministro dell'Agricoltura e Foreste del 15 novembre 1974 (art. 5 della legge n. 269/1973), a fronte di una indubbia completezza ed organicità, presentano aspetti strutturali che ne rendono particolarmente laboriosa la tenuta. Queste difficoltà di contabilizzazione dei materiali di propagazione sono tanto più evidenti quanto maggiore è la quantità di materiali, a livello di specie e di provenienze, pro-

dotti e/o commercializzati.

In particolare, l'impostazione con criterio cronologico di questi registri si incrocia, fisicamente e concettualmente, con le colonne relative alla certificazione di provenienza, alle caratteristiche del materiale, alla destinazione, alla specie e alle quantità. Questa impostazione determina un continuo susseguirsi di scritture ed aggiornamenti che, anche visivamente, non presentano collegamenti facili, e soprattutto pratici, per una rapida consultazione e per un impiego utile dei dati stessi. Ogni singola registrazione può trovare il proprio precedente in un'altra pagina anche molto distante (spesso relativa ad altri anni) e richiede il pedissequo ripetersi di gran parte delle informazioni già scritte inizialmente. È evidente, quindi, come possano insorgere errori e come la stessa attività di controllo da parte dei servizi preposti risulti particolarmente laboriosa. Inoltre è difficile disporre di un quadro organico e di immediata consultazione della situazione dei singoli lotti, venendo a trovarsi frammentati in innumerevoli pagine ed addirittura in registri diversi.

Si propone dunque un nuovo modello di registrazione, che cerca di ovviare a questi inconvenienti, muovendo da due essenziali presupposti:

- mantenimento di tutte le informazioni sostanziali già previste dal vecchio decreto ministeriale, sia per ottemperare al formale rispetto delle previsioni normative, sia perché ritenute necessarie ed esaustive ai fini della nuova Direttiva;
- corrispondenza di un lotto con un certificato di provenienza o di identità clonale e con i lotti in vivaio.

L'unità di base del nuovo modello di registrazione sarà pertanto rappresentata da un singolo foglio del registro, che conterrà in sé tutta la

"storia" del lotto, dalla raccolta dei frutti o strobili, all'esaurimento del lotto stesso per successive cessioni (o anche distruzioni di materiale non più idoneo alla commercializzazione) dei materiali di propagazione. Il nuovo modello è inoltre flessibile ed adattabile alle eventuali normative locali. Infine, trattandosi di un semplice foglio di lavoro

di Excel, consentirà anche una eventuale gestione automatizzata dei movimenti, parallela a quella ufficiale cartacea, mediante l'introduzione di formule elementari.

Nel Box 5 sono illustrate brevemente le diverse parti che compongono il modello di registro e le modalità di tenuta.

### BOX 5 IL FOGLIO BASE DEL REGISTRO DI CARICO E SCARICO

Il registro si divide concettualmente in 4 sezioni, che per comodità vengono indicate con le lettere A, B, C e D.

#### SEZIONE A

**Settore A1** - Dovranno essere indicati i nomi scientifico e comune della specie, evitando di usare indicazioni locali o dialettali.

#### SPECIE

nome scientifico \_\_\_\_\_  
nome comune \_\_\_\_\_

**Settore A2 - Estremi della certificazione.** E' la parte focale di questa sezione, quella che lega il singolo lotto alla relativa certificazione. L'indicazione "rilevato da ...." consentirà di caricare anche lotti di materiali forestali di propagazione acquistati da terzi e già certificati da altre Autorità; in tal caso dovrà ovviamente esserci corrispondenza tra la registrazione e la documentazione fiscale e contabile relativa all'operazione commerciale.

#### ESTREMI DEL CERTIFICATO DI PROVENIENZA O DI IDENTITÀ CLONALE

n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_  
rilevato da \_\_\_\_\_

**Settore A3** - Questo spazio contiene il numero progressivo di pagina dell'intero registro, il numero progressivo di scheda in riferimento all'anno solare. In base a tale organizzazione non vi sarà la necessità di "chiudere" il registro ad ogni annualità, ma verrà chiusa la singola "scheda", anche se composta da più "pagine", all'esaurirsi del lotto.

pag. progr. \_\_\_\_\_ scheda n. \_\_\_\_\_  
anno \_\_\_\_\_

**Settore A4** - Le indicazioni da riportare consentiranno di utilizzare più pagine nel caso di lotti di notevoli dimensioni, permettendo comunque di risalire agevolmente alle precedenti ed alle seguenti, in virtù della numerazione progressiva delle schede, in base all'anno ed al riferimento al numero progressivo di pagina del registro.

prosegue dalla scheda n. \_\_\_\_\_ pag. \_\_\_\_\_

prosegue dalla scheda n. \_\_\_\_\_ pag. \_\_\_\_\_

**Settore A5** - Spazio riservato alle eventuali vidimazioni del registro da parte dell'Autorità competente.

vidimazione \_\_\_\_\_

### SEZIONE B

Riporta i passaggi di carico dei frutti o strobili, in diretta connessione con gli estremi di eventuale documentazione relativa alla raccolta (**bollette di accompagnamento**) all'acquisto (**documentazione commerciale**). In ogni caso dovrà essere caricato per singola sezione (e quindi per singola scheda) solo materiale corrispondente ad una medesima certificazione di provenienza. Ad ogni movimento dovrà essere aggiornata, in corrispondenza, la **rimanenza (esistenze)**; si avrà pertanto sempre aggiornata ed immediatamente verificabile la effettiva consistenza di vivaio.

La **destinazione di scarico** potrà essere la lavorazione per l'**estrazione delle sementi**, la **cessione a terzi**, la **distruzione**. Le quantità, come pure per le sezioni C e D, dovranno nel tempo azzerarsi. Per le specie per le quali si raccolgono direttamente le sementi questa sezione non dovrà essere compilata e si dovrà procedere a barrarla.

L'espressione delle quantità in **unità di volume** risulta utile trattandosi di materiali soggetti a forti cali di peso in seguito all'essiccazione.

#### FRUTTI/STROBILI

n° progr.	estremi bolletta accomp. o docum. comm.			carico		scarico			esistenze (volume)
	n°	data	Ufficio/Ditta	data	volume	data	volume	destinazione	
1									

### SEZIONE C

Considerate le pratiche di lavorazione e di estrazione del materiale forestale di moltiplicazione, quanto detto per la sezione B vale integralmente anche per questa. Per le sementi lo scarico potrà essere effettuato al momento della semina in vivaio, la cessione a terzi o la distruzione.

#### SEMENTI

n° progr.	estremi bolletta accomp. o docum. comm.			carico		scarico			esistenze kg
	n°	data	Ufficio/Ditta	data	quantità kg	data	quantità kg	destinazione	
1									

### SEZIONE D

Il carico delle piantine potrà essere effettuato al termine del ciclo minimo di allevamento in semenzaio (quindi non necessariamente al primo anno di coltivazione); analogamente per le sezioni precedenti in caso di acquisto. Le successive eventuali operazioni di trapianto dovranno essere riportate, variando l'indicazione relativa alle caratteristiche del materiale e la durata dell'allevamento, evidenziando anche eventuali cali di numero dovuti alla scelta del materiale ed ai conseguenti scarti.

segue 

PIANTINE									
n° progr.	caratteristiche del materiale	durata dell'allevamento in vivaio	carico			scarico			esistenze n.
			prov.	data	n.	dest.	data	n.	
1									

## 6.4 Parametri di valutazione della qualità di strobili e semi

ELISABETTA FALLERI  
BETI PIOTTO

La qualità dei semi viene presa in considerazione all'art. 14, comma 2 della Direttiva 1999/105/CE. Il produttore deve munire le partite di materiale di moltiplicazione di una **etichetta** o di un **documento del fornitore**. Nel caso di semi si devono riportare varie informazioni relative ai seguenti parametri:

- **Purezza** - La percentuale in peso di sementi pure, altre sementi e materiale inerte del prodotto commercializzato come partita di sementi secondo le norme internazionali (International Seed Testing Association 1999).

Secondo l'International Seed Testing Association (ISTA 1999) il campione che viene analizzato va suddiviso nelle seguenti categorie: **sementi pure**, **altre sementi** e **materiale inerte** del prodotto commercializzato come partita di sementi. Da un punto di vista pratico è però utile mantenere distinte un numero superiore di frazioni:

(1) semi puri; (2) semi immaturi o di dimensione inferiore al normale; (3) semi che hanno subito danni meccanici (semi rotti, frammen-

ti di semi), (4) semi visibilmente attaccati da insetti, funghi o roditori; (5) semi vuoti; (6) semi di altre specie; (7) impurità provenienti dalla specie analizzata (ali, peduncoli, squame, cupole ecc.); (8) impurità di origine minerale (sabbia, sassi ecc.) e (9) altre impurità.

La conoscenza della percentuale in peso di ciascuna frazione fornisce informazioni utili circa la qualità della raccolta, la pulitura, la selezione e la lavorazione in generale. La conoscenza di questo parametro è importante al momento dell'acquisto di un lotto di seme perché permette di sapere se si compra seme o materiale di scarto. Con le attuali tecnologie non sempre è possibile lavorare il seme fino ad ottenere il 100% di purezza: i semi delle numerose specie di pino consentono una pulitura accurata che si traduce in un elevato grado di purezza (spesso superiore al 90%), invece i semi di eucalipto costituiscono il caso opposto.

- **Il tasso di germinazione del seme puro** (laddove la valutazione di questo risulti

impossibile o poco pratica, si considera il **tasso di vitalità** valutato sulla base di un metodo specifico) - Le principali analisi dei semi, tra cui le prove di germinazione che forniscono il **tasso di germinazione del seme puro**, servono a valutare la qualità del seme in termini di vitalità o germinabilità fondamentalmente per due scopi: calcolare la densità di semina e decidere se il seme merita di essere conservato. Le procedure delle analisi sono regolate da norme nazionali che, in genere, recepiscono regole internazionali (per L'Europa le indicazioni vengono fornite dall'International Seed Testing Association) e perciò vi è una marcata omogeneità tra i diversi paesi che agevola lo scambio commerciale.

Le **prove di germinazione** costituiscono il *test* più rappresentativo della qualità di un lotto di seme. Il **tasso di germinazione** rappresenta la percentuale di semi in grado di germinare in condizioni ottimali entro un dato periodo di tempo, variabile da specie a specie, e di produrre un semenzale normale in grado di sopravvivere. Nel caso di semi profondamente dormienti, come ad esempio quelli di molte latifoglie, l'analisi della germinabilità può essere effettuata solo dopo lunghi periodi di **pre-trattamento** per interrompere la dormienza. In questo caso il parametro che si prende in considerazione è la **vitalità**, che può essere determinata con un *test* di breve durata (2-3 giorni). La **percentuale di semi vitali** viene calcolata tramite l'impiego di saggi rapidi di tipo biochimico quali ad esempio il *test* al tetrazolo, in cui i tessuti sani del seme reagiscono con uno specifico colorante, assumendo una colorazione rossa. Questo tipo di saggio fornisce informazioni esclusivamente sulla vitalità del seme, definita come la presenza di determinati requisiti, fisiologici e biochimici essenziali per la germinazione. Si tratta in

realtà di una stima teorica, poiché non si basa sull'effettiva germinazione dei semi. La percentuale di semi vitali, ottenuta tramite il *test* al tetrazolo, quindi, non necessariamente corrisponde alla percentuale di germinazione, anzi di solito tende a sovrastimarla. E' pertanto consigliabile tenere sempre separati i risultati forniti dalle prove di germinazione da quelli ottenuti dai *test* di vitalità. Un esempio classico è costituito dai semi dormienti di molte specie dei climi freddi e temperato-freddi (faggio, ciliegio, tiglio) che, seppure vitali, non sono in grado di germinare.

Le prova di germinazione, come accennato, rappresentano il *test* più indicativo sulla qualità del seme. Conoscere la qualità del seme è di importanza fondamentale perché la maggior parte degli alberi e arbusti si propagano per seme. Per seme di elevata qualità si intende seme che germina rapidamente in percentuali prossime al 100%, velocemente, in un ampio intervallo di condizioni ambientali, che è poco sensibile a fattori esterni e a stress vari e che si conserva facilmente per lunghi periodi. La qualità offre numerosi vantaggi in termini di migliore conservabilità, minimo spreco di seme, facilità di programmare la produzione vivaistica, possibilità di meccanizzare alcune operazioni in vivaio. I fattori che, prima o dopo la raccolta, influiscono maggiormente sulla qualità del seme sono l'andamento stagionale, lo stato fisiologico della pianta madre, le condizioni climatiche nel periodo immediatamente precedente la raccolta, il livello di maturità del seme al momento della raccolta, i danni fisiologici provocati dalle fermentazioni nel periodo successivo alla raccolta (magazzini con condizioni caldo-umide), i danni meccanici da lavorazione e, infine, gli attacchi da parte di insetti e patogeni.

• **Il peso di 1.000 unità di seme puro** - Il peso di 1.000 semi (*P1000*) deve sempre essere stimato a partire dalla frazione di semi puri.

Per calcolarlo le norme internazionali (International Seed Testing Association 1999) prevedono l'impiego di 8 repliche da 100 semi ciascuna. Bisogna sempre tener presente che il *P1000* varia al variare del contenuto di umidità del lotto di seme e quindi della fase del trattamento in cui si trovano i semi al momento della misura. Il *P1000* di un lotto di seme umido, per esempio alla fine della stratificazione, è sempre superiore al *P1000* dello stesso lotto essiccato, per esempio durante la conservazione. Questa considerazione assume un'importanza pratica al momento dell'acquisto di una partita di semente. I **semi ortodossi**, ovvero quelli che possono essere conservati per molto tempo se portati a ridotti livelli di umidità e a basse temperature e che sono di gran lunga i più rappresentati tra i nostri alberi e arbusti, vengono di norma essiccati fino al 6-10% di umidità per la conservazione e la commercializzazione. Perciò la semente acquistata deve avere un livello non di molto superiore a quello appena indicato. Considerato il ruolo fondamentale del contenuto idrico nella conservazione dei semi nonché nella determinazione di parametri largamente impiegati nella vivaistica, è molto utile disporre di informazioni sull'**umidità della semente** acquistata. Gli addetti ai lavori generalmente conoscono i valori più frequenti del *P1000*, in relazione alla specie e al contenuto di umidità, e perciò

sono in grado di dedurre da questo parametro la dimensione media dei semi del lotto che intendono acquistare. Bisogna tener presente infatti, che, in alcune specie, i semi piccoli possono talvolta manifestare scarso vigore.

• **Il numero di semi germinabili per chilogrammo di prodotto commercializzato come seme** (o, laddove la valutazione di tale numero risulti impossibile o poco pratica, il **numero di germi vitali per chilogrammo**) - Per numero di germi vitali si intende il numero di semi vitali calcolato ad esempio tramite il test biochimico del tetrazolo.

Il **numero di semi germinabili** (o vitali, *Nsg*) per chilogrammo si calcola moltiplicando per cento il prodotto tra purezza (*P*) e tasso di germinabilità (o vitalità, *G*) e poi dividendolo per il *P1000*:

$$Nsg = \frac{P \times G}{P1000}$$

Questo parametro è molto importante perché combina tutti i valori caratterizzanti un dato lotto di seme: purezza, germinabilità (o vitalità) e *P1000*. Nel caso si tratti di un lotto di una specie con seme dormiente è sempre bene conoscere il metodo con il quale è stata stimata la vitalità.

La conoscenza del numero di semi germinabili per chilogrammo di semente, assieme al *P1000* sono fondamentali per calcolare la densità di semina in semenzaio e di conseguenza per evitare spreco di seme.

## 7.1 Database Europeo

### Sistemi comuni di registrazione e di codificazione dei materiali di base forestali nazionali

ILSE STROHSCHNEIDER

Il 6 settembre 2002 è stato emanato il Regolamento della Commissione delle Comunità Europee 1597/2002, che prende in esame le modalità di applicazione della Direttiva 1999/105/CE, relativamente alle modalità di presentazione degli elenchi, registri o liste nazionali dei materiali di base forestali. Questo Regolamento è entrato in vigore dal ventesimo giorno dalla sua pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale europea e dovrà essere applicato dal 1° gennaio 2003, salvo proroghe.

Questo Regolamento deve essere recepito integralmente e reso direttamente applicabile in tutti gli stati membri, al fine di assicurare comunicazione ed uniformità di informazione tra i database di tutti gli stati membri a livello europeo e, nel caso di stati a sistema federale, anche tra database, elenchi o registri regionali.

Sulla base del Trattato istitutivo della Comunità Europea, e con riguardo all'art. 10 della Direttiva, relativo alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione, le azioni da realizzare sono le seguenti:

1. gli stati membri devono realizzare un **registro nazionale dei materiali di base** delle diverse specie iscritte presenti sul territorio nazionale (art. 10.1);
2. gli stati membri devono preparare una sintesi del registro nazionale sotto la forma di una **lista nazionale**, da rendere disponibile su richiesta alla Commissione e agli altri stati membri (art. 10.2).

La lista nazionale deve essere presentata in una forma *standard* per ciascuna **unità di ammissione** e ciascun materiale di base (un singolo bosco, popolazione, arboreto, pianta o clone) come riferito all'art. 4.2.b e deve essere anche riferito a ciascuna categoria di materiale di propagazione. Per le categorie **identificati alla fonte** e **selezionati** è consentito ricorrere alla definizione di un'unica unità di ammissione.

*Questo, se da un lato può essere comodo dal punto di vista amministrativo-burocratico e consentito dalla Direttiva, dall'altro è da evitare, perché si perde l'identità dell'origine e la peculiarità di parametri ambientali, eventualmente importanti per il controllo e la gestione dei materiali di propagazione. Almeno per i materiali di base "selezionati" sarebbe bene partire subito con la redazione di una scheda per ogni singola popolazione delle specie presenti in quella data regione (NIR).*

3. per assicurare il buon funzionamento delle liste nazionali e la loro comparabilità, il formato di queste ha dovuto essere standardizzato a livello comunitario, in maniera che la stessa Comunità possa pubblicare un registro intitolato "**Lista Comunitaria dei Materiali di Base ammessi per la produzione di materiali forestali di moltiplicazione**" secondo quanto riferito all'art. 11.1 della Direttiva.

Le misure fornite nel Regolamento sono in linea con l'opinione della **Commissione Permanente**

## BOX 6 ESEMPIO DI UNA PAGINA DEL REGISTRO EUROPEO DEI MATERIALI DI BASE

## National List of basic material for Member State

According to Article 10.3 of Directive 1999/105/EC the possible format of the National List of Basic Material may be decided by the Standing Committee on Agriculture, Horticulture and Forestry. Following discussions with Member States it was agreed that in order to assist the compiling of the Community List of Approved Basic Material for the Production of Forest Reproductive Material (Article 11.1) that the National List should be produced in a common format. This format has now been agreed by all Member States and is detailed in the accompanying documents and tables. In addition it has been agreed by the Member States that it will be produced as an EXCEL spreadsheet.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Member State	Tree species	Category	Region of Provenance and/or National Register reference	Location or name	Latitude	Longitude	Altitude	Type of basic material	Area	Origin	Origin for non-autoclonous / non-indigenous basic material	Purpose	Remarks
A	psj	2	W.KI 24(1)(2/5-13)	Troppeleach	45.24N	14.31W	900-1300	1	124 T	3	NA	1	
A	psj	2	W.KI 47(1/15n)	Nordliches Alpenvorland - Westteil, submontan	46.36N-48.21N	13.17W-14.45W	300-900	2	0.02	1	NA	2	
IR	qto	2	L.S	Knocktopher	52.28N	6.94W	30	2	1.0	1	NA	1	
IR	psf	2	G126	Drinoleague	51.36N	9.04W	70	2	5.2	2	Queen Charlotte Island	2	christmas trees
A	qdt	3	S.Er P3(9.1.9.2)(a-1m)	Germanns	48.10N	13.65W	850	3	10.9	3	NA	1	
F	prf	2	01-CC-010	La Grande Meziere	47.48N	2.49E	160	2	0.3	1	NA	1	ssp. <i>laricio</i> Poir. var. <i>corsicana</i> LeCq.
F	prf	2	03-MJ-002	Puy de Peilat	43.07N	0.26E	800	2	5	2	NA	1	
F	pod	4	NA	Robusta	NA	NA	NA	5	NA	2	NA	2	shellerbell
A	pod	4	A022385	Kambuch-1	NA	NA	NA	5	NA	2	NA	1	
A	prme	3	Dgl P4(V/6-9)	eigene Erfindung	NA	NA	NA	3	12598	2	BS3 Goldendale, BS2 Trout Lake, BS1 Cle Elum	2	christmas trees
UK	psf	1	20/SS-RP20	East Scotland	55.30N-58.12N	01.00W-04.36W	0-500	1	NA	2	Queen Charlotte Island	1	
UK	psf	2	20/SS-S12030	Glennivet	57.16N	03.19W	420	2	22	2	Queen Charlotte Island	1	
UK	psf	4	SS-SO12	Leadmire	56.28N	03.32W	90	3	3.5	2	NA	1	40 Genetically evaluated clones
UK	psf	4	SS-PF015	NA	NA	NA	NA	4	NA	2	NA	1	20 Genetically evaluated families
UK	psf	3	SS-CL005	"Alien John"	NA	NA	NA	5	NA	2	Queen Charlotte Island	1	High wood density
UK	psf	4	SS-CH012	NA	NA	NA	NA	6	NA	2	Washington	1	23 clones, superior straightness
UK	psf	3	LP-SO14	Inchacardoch	57.8N	4.44W	55	3	5.6	2	South Coastal x Central Interior	1	
UK	pop	4	PO-CL003	Robusta	NA	NA	NA	6	NA	2	NA	1	
P	ppa	2	Favoravel 4003	Herdade de Monte Branco	38.00N-38.05N	3.45E-8.50E	60	1	176	2	NA	2	
P	fsy	2	Zona 2 1000	S. Lourenco - Mantigas	40.25N	7.30E-7.35E	1120	1	2	2	NA	1	var. subsp. Salamanni
E	fsy	2	7C Teruel	La Sierra	40.17N	0.43E	1220-1700	2	1019	3	NA	1	
E	fsy	2	2. Cdrillera Centinoba Occidental	Muniacos	43.15N	5.20E	800-1000	2	220	1	NA	1	

su Semi e Materiali di propagazione per l'Agricoltura, la Frutticoltura e la Selvicoltura.

Le liste nazionali da redigere in base all'art. 10.2 della Direttiva devono essere redatte anch'esse in forma standardizzata, anche su supporto elettronico (un foglio Excel appositamente formattato, Box 6), indicata dalle tabelle allegate e trasmessa su richiesta alla Commissione o agli altri stati membri. La redazione di queste liste dovrà essere affidata all'autorità nazionale competente (nel nostro caso la **Commissione Tecnica Nazionale**), che provvederà ad inviare relativi moduli e formati alle singole commissioni regionali, allo scopo di mantenere l'unitarietà.

Data la necessità di unificare codici e metodi di individuazione e delimitazione dei materiali di base è necessario fissare delle regole specifiche, prima tra tutte quella per codificare con criteri comuni e chiari le regioni ecologiche di uso generale per i materiali identificati alla fonte e quelle specifiche di provenienza per le specie di cui si

disponga anche di informazione genetica.

### Informazione minima standard richiesta per la realizzazione dei Registri Nazionali (Box 7, 8)

Secondo l'art. 10.3 della Direttiva il formato delle Liste Nazionali dei Materiali di Base può essere stabilito dalla Commissione Permanente su Semi e Materiali di propagazione per l'Agricoltura, la Frutticoltura e la Selvicoltura. A seguito di accordi tra gli stati membri è stato deciso che, al fine di facilitare la compilazione della **Lista Comunitaria**, le liste nazionali devono seguire un formato comune. Questo, stabilito dal Regolamento 1597/2002, fornisce i parametri minimi per garantire la sintesi delle informazioni necessarie alla redazione della Lista Comunitaria. Sono inoltre allegate tabelle con i codici da attribuire ai vari stati, per l'Italia è "I", alle diverse specie forestali e le istruzioni per la descrizione della lista.

## BOX 7 ISTRUZIONI EUROPEE PER LA COMPILAZIONE DELLA LISTA NAZIONALE DEI MATERIALI DI BASE

La lista inizierà con la prima specie in ordine alfabetico e proseguirà secondo una struttura gerarchica come segue:

Livello I	Livello II	Livello III
Specie	Identificato alla Fonte	- Fonte di Semi - Soprassuolo, Popolazioni
	Selezionato	- Soprassuolo, Popolazione
	Qualificato	- Arboreto da Seme - Genitori o Piante parentali di progenie - Clone - Miscuglio di cloni
	Controllato	- Soprassuolo, Popolazione - Arboreto da Seme - Genitori o Piante parentali di progenie - Clone - Miscuglio di cloni - OGM

segue 

Colonna dell'elenco nazionale di cui al Box 6	Dati richiesti relativi a:	Tipo di dati	Indicazioni e codici per la compilazione
A	Stato Membro	Codice	Sigla dello Stato membro dell'UE (I per Italia)
B	Specie	Codice	Vedere la lista allegata, le varietà di <i>Pinus nigra</i> e le specie di <i>Populus</i> sono indicate nella colonna N
C	Categoria	Codice	1 Identificato alla fonte 2 Selezionato 3 Qualificato 4 Controllato <i>(Valutato geneticamente/ provato comparativamente/ provato provvisoriamente, da indicare nella Colonna N)</i>
D	Riferimento sul registro nazionale	Codice d'Identità	Per fonti di semi e soprassuoli/ popolazioni: <i>codice della Regione di provenienza e/o codice di identità individuale del soprassuolo secondo il Registro Nazionale</i> Per materiali Qualificati e Controllati riportare solo i dati di riferimento sul Registro Nazionale
E	Località o nome	Testo	Nome della località o, dove necessario, il nome della pianta, del clone o del miscuglio clonale. Sono i nomi ufficialmente approvati per l'ammissione sui registri nazionali o regionali.
F	Latitudine	Gradi e minuti primi	Espressi in forma decimale: 56°31'N diviene 56.31N; si riporta il punto mediano della popolazione, esatto per piante, o un range (da...a).
G	Longitudine	Gradi e minuti primi	Espressi in forma decimale: 56°31'N diviene 56.31N; si riporta il punto mediano della popolazione, esatto per piante, o un range (da...a.); non indicare rispetto a Monte Mario, ma riferendosi a Greenwich
H	Altitudine	Metri	Esatta o campo di variazione.
I	Tipo di materiale di base	Codice	1 Fonte di seme 2 Soprassuolo o popolazione 3 Arboreto da seme 4 Pianta parentali di progenie 5 Clone 6 Miscuglio di cloni
J	Superficie	Ettari	Per boschi misti indicare l'area effettiva occupata dalla specie in questione, oppure, se necessario, il numero di alberi seguito dalla lettera A. <b>La densità N/ha sarebbe forse un</b>

segue ➔

			<b>indicatore migliore associato all'estensione della popolazione mista (NdR)</b>
K	Origine	Codice	1 Autoctono/ indigeno 2 Non-autoctono/ non-indigeno 3 Sconosciuta
L	Dettagli sull'Origine	Testo	Indicare l'origine del materiale di base indicato come non-autoctono/ non-indigeno nella Colonna K
M	Scopo	Codice	1 Selvicoltura multifunzionale 2 Altri scopi specifici (da precisare nella Colonna N)
N	Note	Testo	Altra informazione relativa anche alle colonne B,C ed M

Nota: In tutte le colonne si può indicare NA (Non Applicabile) o NP (Non Pertinente) quando non si disponga di informazioni sufficienti o esaurienti per riempire la casella. In ogni caso i due codici servono a distinguere le caselle da quelle per le quali si hanno informazioni mancanti.

Le colonne F, G ed H non necessitano di essere completate relativamente ai materiali di base costituiti da Pianta Parentali di progenie, Cloni o Miscugli di Cloni. **Anche per i cloni, altitudine e latitudine di origine hanno discreta importanza (NdR)**

#### **BOX 8 ABBREVIAZIONI DEI NOMI BOTANICI DELLE SPECIE ARBOREE E DEI RELATIVI IBRIDI ARTIFICIALI DA USARE NELLA COLONNA B DEL BOX 6 (REGOLAMENTO 1597/2002)**

Nome botanico	Varietà/specie	Abbreviazione
<i>Abies alba</i> Mill.		aal
<i>Abies cephalonica</i> Loud.		ace
<i>Abies grandis</i> Lindl.		agr
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.		api
<i>Acer platanoides</i> L.		apl
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.		aps
<i>Alnus cordata</i> Loisell.		aco
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.		agl
<i>Alnus incana</i> Moench.		ain
<i>Betula pendula</i> Roth.		bpe
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.		bpu
<i>Carpinus betulus</i> L.		cbe
<i>Castanea sativa</i> Mill.		csa
<i>Cedrus atlantica</i> Carr.		cat
<i>Cedrus libani</i> A. Richard		cli
<i>Fagus sylvatica</i> L.		fsy
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.		fan
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Bieb.		fox
<i>Fraxinus excelsior</i> L.		fex
<i>Larix decidua</i> Mill.		lde
<i>Larix x eurolepis</i> Henry		leu
<i>Larix kaempferi</i> Carr.		lka
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.		lsi
<i>Picea abies</i> Karst.		pab
<i>Picea sitchensis</i> Carr.		psi
<i>Pinus brutia</i> Ten.		pbr

segue 

<i>Pinus canariensis</i> C. Smith		pca
<i>Pinus cembra</i> L.		pce
<i>Pinus contorta</i> Loud.		pco
<i>Pinus halepensis</i> Mill.		pha
<i>Pinus leucodermis</i> Antoine		ple
<i>Pinus nigra</i> Arnold	var. <i>austriaca</i>	
	var. <i>calabrica</i>	
	var. <i>corsicana</i>	
	var. <i>maritima</i>	
		pni
<i>Pinus pinaster</i> Ait.		ppa
<i>Pinus pinea</i> L.		ppe
<i>Pinus radiata</i> D. Don		pra
<i>Pinus sylvestris</i> L.		psy
<i>Populus</i> sp.		pop
e ibridi e artificiali tra le specie		
	<i>alba</i>	
	<i>canadensis</i>	
	<i>nigra</i>	
	<i>tremula</i>	
<i>Prunus avium</i> L.		pav
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco		pme
<i>Quercus cerris</i> L.		qce
<i>Quercus ilex</i> L.		qil
<i>Quercus petraea</i> Liebl.		qpe
<i>Quercus pubescens</i> Willd.		qpu
<i>Quercus robur</i> L.		qro
<i>Quercus rubra</i> L.		qru
<i>Quercus suber</i> L.		qsu
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.		rps
<i>Tilia cordata</i> Mill.		tco
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.		tpl

## 7.2 Procedure per iscrivere materiali forestali di base alle diverse categorie

FULVIO DUCCI

Secondo il nuovo ordinamento statale, è prerogativa delle **Amministrazioni Regionali** individuare uffici o strutture a cui affidare l'attivazione e la prassi delle procedure per iscrivere materiali di base ai Registri Ufficiali. E' evidente che queste procedure debbano essere applicate per rispondere ai principi

espressi dalla Direttiva europea ed alle metodologie e tecniche a cui questi si ispirano.

Le strutture regionali individuate (Province, servizi forestali e altro) sono il primo gradino competente a livello territoriale a cui è assegnato il compito di presentare proposta di iscrizione, ma è altresì importante questa ini-

ziativa possa partire anche da altre strutture, pubbliche o private che ritengano vi sia interesse ad iscrivere **materiali di base**.

La proposta d'iscrizione deve essere avviata dal servizio preposto dalla Giunta Regionale: è questo infatti l'organo che dovrà, in ultima sede, deliberare l'iscrizione dei materiali di base idonei alla produzione di materiale forestale di moltiplicazione alla sezione corrispondente del **Libro/Registro Regionale dei materiali di base**.

Ricordiamo che questo è un documento ufficiale, con valore di legge, ogni modifica del quale deve essere deliberata dalla Giunta Regionale.

Il documento da presentare per l'istruttoria è costituito da una **scheda descrittiva**, il cui modello, recante l'informazione *standard* minima necessaria alle valutazioni, è fornito nei Box 10 e 11. Tale scheda, che sarebbe bene utilizzare in formato unificato su base nazionale, dovrebbe già contenere una proposta di **disciplinare di gestione** relativo al materiale di base sotto esame. Il documento, dopo le opportune verifiche da parte di un organo di controllo, potrà divenire scheda definitiva inserita nel **Libro/Registro** dei materiali di base, se ritenuto opportuno. A quel punto sarà possibile apporvi il **codice ufficiale progressivo**.

Per seguire l'istruttoria di valutazione dell'idoneità è necessario che la giunta regionale si avvalga della **Commissione Tecnica Regionale per i materiali di base e di propagazione** che ha il compito di verificare la rispondenza ai requisiti minimi stabiliti per l'iscrizione alle diverse categorie di materiale e per porre eventuali osservazioni.

La composizione della Commissione dovrebbe garantire la presenza di esperti della "filiera vivaistica forestale" regionale, appartenenti al

mondo scientifico, tecnico e produttivo, in modo da assicurare piena comprensione dei problemi del settore e buona comunicazione con le analoghe commissioni di Regioni limitrofe, con quella nazionale ed eventualmente con quella europea. Essa dovrebbe, tra l'altro, verificare la corretta applicazione della Legge e della Direttiva, segnalando alla Giunta Regionale eventuali carenze o lacune.

La Commissione avrà, come compito principale, la cura e l'aggiornamento del **Libro/Registro**; dovrà promuovere, coordinare e sorvegliare le attività inerenti la gestione e conservazione della rete regionale dei materiali di base e sopprimere dal **Libro/Registro** il materiale eventualmente non più idoneo.

Importante compito della Commissione dovrebbe essere, anche, la verifica dell'applicazione dei disciplinari di gestione, nonché la loro revisione almeno ogni 15 anni, perseguendo il mantenimento dei requisiti minimi previsti per ciascuna categoria.

Sarà compito della Commissione, inoltre, organizzare e pianificare l'identificazione e la demarcazione delle **Regioni di Provenienza**, come previsto all'art. 9 della Direttiva 1999/105/CE. Tale compito potrà essere svolto d'intesa con le regioni limitrofe e con la Commissione nazionale, al fine di unificare metodi e consentire la redazione di cartografie nazionali da inserire nel **Libro/Registro** nazionale.

### **La struttura dei Libri dei materiali di base, nazionali e regionali**

I Libri dovrebbero essere redatti in formato *standard*, ovvero tutti con la stessa struttura di base, in maniera da assicurare comunicazione con gli altri registri regionali e con quelli nazionale ed europeo. A ciascuna **unità di ammissione** o materiale di base, una volta approvata la richiesta d'iscrizione, sarà attri-

buito, progressivamente, un **codice**. Questo, dovrebbe essere assegnato a livello nazionale da un organo collettore, la **Commissione Nazionale**, struttura omologa di quelle regionali.

Il **codice di identificazione del materiale di base non dovrebbe essere modificato lungo tutta la filiera vivaistica**: quindi deve rimanere lo stesso dal materiale di base, attraverso i lotti di seme e le piantine in vivaio, fino alla piantagione. Via via che si passa da una fase produttiva all'altra (da seme a piantina) si dovrebbero aggiungere codici che ne indicano lo stadio di sviluppo (seme, semenzale). Sul materiale di propagazione finale messo a dimora risulterà quindi, attraverso il codice, tutta la storia di quel lotto di materiale ed il numero sarà unico per quel lotto.

A questo scopo sarebbe utile adottare la procedura fissata dall'appendice VI dello schema OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development 2000) in maniera da rendere la codificazione utile anche al di fuori dell'U.E..

Il sistema OECD di codificazione sembra razionale e rispondente alle esigenze di mantenere con efficienza l'identificazione dei materiali.

Il codice, secondo questo sistema dovrebbe comporsi di:

- 3 caratteri di identificazione nazionale del paese produttore (ISO *Three Letter Country Code*), esempio ITA per l'Italia, in ogni caso la prima lettera rientrerebbe nella codificazione prevista dalla Commissione europea ("I" per Italia);
- 3 lettere per l'identificazione della specie (esempio "pab" per *Picea abies*, vedi Box 8);
- 1 numero per la categoria commerciale (vedi Box 7);
- 5 numeri o lettere per l'identificazione della regione di provenienza (esempio

00012), per materiali originati da ibridazioni si può inserire la sigla "hyb";

- 1 numero per l'identificazione del tipo materiale di base (vedi Box 7);
- 5 cifre con la numerazione progressiva individuale dell'unità di ammissione descritta;

La Commissione Nazionale avrà il compito di curare e conservare un **Libro/Registro nazionale dei materiali di base** recante l'informazione completa relativa a ciascuna unità di ammissione ufficialmente iscritta sul territorio nazionale e di redigerne una **sintesi**, da tenere a disposizione delle Regioni, della Commissione Europea e degli altri Stati dell'Unione (art 10 della Direttiva 1999/105/CE). La sintesi riporterà solo l'informazione minima necessaria per la redazione del **Registro europeo dei materiali di base**. In attesa che venga individuato un organo rappresentativo di collegamento tra Regioni e Commissione Europea, la numerazione da attribuire sarà del tipo di quella riportata nel Box 9 o, in via provvisoria, quella progressiva già assegnata ai boschi iscritti attualmente

#### BOX 9 ESEMPIO DI ASSEGNAZIONE DEL NUMERO DI CODICE A MATERIALE DI BASE

Il **popolamento da seme ad *Abies alba*** di Serra S. Bruno - prov. Archiforo n.106, selezionato fenotipicamente (cartellino verde), dell'attuale Libro Nazionale dei Boschi da Seme (LNBS, legge 269/73), incluso in un'ipotetica regione di provenienza identificata come 012LC, assumerebbe il seguente codice di identificazione: ITA aal 2 012LC 2 00106.

Un **arboreto da seme di *Picea abies***, realizzato con cloni di un'ipotetica provenienza alpina 001PF, di possibile iscrizione nei nuovi registri, ancora in corso di valutazione, potrebbe avere il seguente codice: ITA pab 3 001PF 3 00nnn.

Il **clone di pioppo I-214** verrebbe ad essere identificato con il seguente codice: ITA pop 4 00hyb 5 01214.

iscritti al Libro Nazionale dei Boschi da Seme. I Libri/Registri dovrebbero essere suddivisi in sezioni riferite ai diversi tipi di materiale di base, a loro volta distribuiti nelle varie categorie commerciali stabilite dalla Direttiva, e strutturato come segue:

- **Atlante**, è sufficiente una scala geografica non eccessivamente dettagliata (esempio 1:8.000.000), in cui si possano riportare:

- a. la descrizione generale delle **regioni ecologiche** italiane individuate come supporto per l'attribuzione della regione di provenienza ai materiali identificati alla fonte e selezionati, di cui non si disponga ancora di conoscenze sulla struttura genetica intra-specifica;

- b. per ciascuna specie di cui invece si disponga di sufficiente informazione sulla distribuzione e sulla struttura genetica, deve essere redatta una **carta delle regioni di provenienza**, in cui possano integrarsi le informazioni necessarie, come illustrato nei capitoli precedenti.

All'atlante dovrebbero seguire, per motivi di organizzazione e facilità di consultazione, le diverse **sezioni** riferite ai diversi tipi di materiali di base, suddivisi per specie. Le sezioni sono le seguenti:

Sezione I: fonti di semi,

Sezione II: soprasuoli ed aree di raccolta del seme;

Sezione III: arboreti da seme;

Sezione IV: genitori;

Sezione V: cloni;

Sezione VI: miscugli di cloni;

Sezione VII: OGM.

A **livello regionale** dovrebbe essere mantenuta la stessa struttura organizzativa del Libro/Registro al fine di garantire passaggio di informazione da un livello all'altro. L'informazione e la codificazione minima richiesta dall'U.E. (capitolo 7) deve

essere comunque garantita. A questa potrà aggiungersene altra, se ritenuta necessaria, raccolta dalle singole regioni. Tuttavia è da preferire un'informazione essenziale piuttosto che appesantire le schede con notizie di scarsa utilità pratica e talvolta costose da reperire.

L'atlante cartografico delle **regioni ecologiche**, trattandosi di un riferimento a scala regionale, dovrebbe contenere maggior dettaglio, per cui è necessaria almeno una scala 1:250.000. In questa cartografia le regioni ecologiche di massima, individuate a livello nazionale, possono essere rese molto più particolareggiate e frazionabili in sotto-unità, secondo metodi adatti alle caratteristiche della Regione e sulla base delle informazioni disponibili che la Regione vorrà privilegiare o integrare (carte fito-ecologiche, vegetazionali, forestali, climatiche, pedologiche o eco-pedologiche, inventari forestali ecc.). Come al solito il buon senso suggerirebbe di adottare metodi simili, almeno tra Regioni confinanti che sono accomunate da fattori limitanti predominanti.

Il **minor dettaglio a livello nazionale** ha il compito di fornire un quadro generale della situazione ecologica o delle caratteristiche distributive di ciascuna specie per rispondere all'informazione generale da fornire a livello UE. Il **maggior dettaglio a livello regionale** è necessario per caratterizzare con precisione i singoli materiali di base iscritti nei registri e per riempirne quindi le schede descrittive. L'esistenza di eventuali ecotipi, edafici o climatici, o di altro materiale interessante può essere evidenziata in questa fase e potrà tornare utile per programmare la gestione e l'impiego degli stessi materiali di base o di quelli di propagazione da essi prodotti.

**BOX 10 ESEMPIO DI SCHEDA DI REGISTRAZIONE E DESCRIZIONE DEI MATERIALI FORESTALI DI BASE**

Questo schema contiene l'informazione necessaria all'identificazione e all'iscrizione nei registri ai vari livelli gerarchici: regionale, nazionale, europeo. La struttura dello schema è facoltativa e sarà compito dei diversi legislatori. Dal punto di vista tecnico e pratico si consiglia di adottarne una struttura comune, concordata tra organismi competenti nazionali e regionali. Pur con alcuni piccoli adattamenti questo schema, viene proposto nella forma adottata dall'OECD per le certificazioni, allo scopo di facilitare la comunicazione con i sistemi non solo comunitari ma anche extra-comunitari.

## LIBRO NAZIONALE / REGIONALE DEI MATERIALI DI BASE

1 N ..... (Registro Nazionale)

Anno.....

Decr. N. ....

2 Nome botanico .....

Nome volgare .....

3 Origine .....

4 Provenienza .....

5 Regione di Provenienza .....

6 Scopo .....

7 Tipo di materiale di base .....

8 Categoria di iscrizione  
modifiche e/o aggiornamenti .....

9 Provincia di ..... Comune .....

Stazione Corpo Forestale o altro servizio competente per territorio .....

accesso dal paese più vicino (allegare cartina se necessario) .....

proprietario del bosco (specificare se proponente) .....

particelle catastali interessate .....

segue 

Superficie in ha ..... (allegare mappa catastale 1:10 000 o riportare i confini su tavoletta 1:25 000)

## 10 Descrizione della stazione:

### 10.1 Coordinate geografiche:

latitudine .....	longitudine .....
altitudine m .....	altezza sul fondovalle m .....
coordinate UTM .....	.....
foglio (IGM) .....	tavoletta .....
esposizione .....	pendenza (%) .....

### 10.2 Clima (i dati devono fare riferimento ad almeno gli ultimi 30 anni)

stazione termometrica .....	.....
temperatura media annua .....	.....
t. m. mese più caldo .....	t massima assoluta .....
t. m. mese più freddo.....	t minima assoluta .....
stazione pluviometrica.....	altitudine m.....
piogge annue mm.....	giorni piovosi .....
piogge estive (VI+VII+VIII+IX) mm .....	giorni piovosi.....

segue 

**Regime pluviotermico**

Fornire medie mensili di piovosità e temperature e relativo grafico di Walter &amp; Lieth:

neve (altezza e durata della copertura nevosa) .....

grandine.....

nebbie.....

gelate precoci / tardive (date medie).....

presenza di inversioni termiche.....

venti dominanti .....

**10.3 Terreno**

substrato pedogenetico (usare carta geologica d'Italia).....

tipo di terreno e sue caratteristiche (usare carta pedologica) .....

profilo (orizzonti) .....

profondità in cm .....

caratteri chimici salienti .....

pH medio a 30 cm .....

tessitura .....

tipo di humus .....

**11. Descrizione della fonte di semi, del soprassuolo o dell'area di raccolta**

(dati rilevati su almeno 4 aree di saggio eseguite sui 4/4 della superficie)

formazione forestale.....

composizione del soprassuolo (%) .....

composizione del sottobosco e principali associazioni fito-ecologiche.....

**11.1 Zona fitoclimatica** (PAVARI) .....

durata media del periodo vegetativo (giorni) .....

**11.2 Parametri dendrometrici**

età (se coetaneo) .....

densità (n. piante/ha e area basimetrica/ha) .....

segue

struttura (allegare grafico con ripartizione in classi di età, diametriche, di altezza e breve commento)

.....  
 necessitano interventi .....  
 altezza media (m) .....  
 altezza dominante (m, se coetaneo) .....  
 diametro medio (m) .....  
 diametro di altezza dominante (cm) .....  
 incrementi annui diametrici .....  
 incrementi annui in altezza .....  
 trattamenti-turno .....  
 portamento .....  
 dominanza .....  
 rami (indicare la dimensione rispetto al fusto dove sono inseriti, l'angolo di inserzione e se sono persistenti o meno) .....  
 caratteri tecnologici (se valutabili, come fibratura o difetti visibili) .....

### 11.3 Notizie sulla produzione e raccolta del seme

(Motivare anche la scelta di questi soprassuoli/fonti di seme rispetto ad altri della stessa Regione di Provenienza) .....

## 12. Disciplinare di gestione

(Da inserire anche in eventuali piani di gestione o di assestamento forestale)

.....  
 .....  
 .....

## 13. Bibliografia ed altre notizie sulla popolazione

(Aspetti genetici, origine, piani di assestamento, botanici, ecologici ecc.) .....

.....  
 .....

data di presentazione alla Commissione .....

verifica effettuata il ..... dal .....

data di Approvazione da parte della Commissione .....

## BOX 11 ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI REGISTRAZIONE DEI MATERIALI DI BASE

*Una volta approvato il modello di scheda è tassativo riempire tutte le voci richieste.*

### 1. Numero progressivo ed anno di registrazione:

sono assegnati dal competente organo nazionale che cura, come richiesto dalla Direttiva 1999/105/CE, la redazione di un Registro Nazionale da mettere a disposizione della Commissione Europea o degli altri stati membri. La Commissione Tecnica Regionale provvederà

ad indicare il provvedimento di approvazione della Giunta ed assegnare una numerazione regionale suddivisa per tipi di materiale di base, preceduta da un codice identificativo del tipo del materiale di base:

FS: fonti di semi;  
 SS o AR: soprassuoli o aree di raccolta;  
 AS: arboreto da seme;  
 PP: pianta parentale;  
 CL: clone;

segue ➔

MC: miscuglio di cloni;

OGM: organismo geneticamente modificato (verificare sempre le leggi regionali)

**2. Nome botanico e nome volgare:** indicare genere, specie, e, quando necessario, sottospecie, varietà, razza, clone e/o ibrido. Indicare il nome italiano più in uso.

**3. Origine:** (vedere le definizioni), si deve indicare se il materiale è autoctono/indigeno o non-autoctono/non indigeno o se di origine sconosciuta; in ogni caso, salvo il caso di origine sconosciuta, si deve indicare il nome del luogo di origine, anche se ripete quello della provenienza.

**4. Provenienza:** indicare il nome del luogo in cui si trova il materiale di base che si intende iscrivere.

**5. Regione di Provenienza:** obbligatoria per le fonti di seme, i soprassuoli e le aree di raccolta.

**6. Scopo della registrazione:** legato ai fini forestali previsti dalla Direttiva 1999/105/CE. Sono individuati i seguenti fini principali della filiera vivaistica forestale: produzione legnosa, produzione di biomassa, ricostituzione ambientale, protezione del suolo, prodotti particolari (alberi di Natale, medicinali, frutti forestali, ecc.).

**7. Tipo di materiale di base:** fonte di seme, soprassuolo (naturale o piantagione) o area di raccolta, arboreto da seme (se di semenzali o cloni), pianta parentale, clone, miscuglio di cloni.

**8. Categoria di iscrizione e/o modifiche:** indicare se identificato alla fonte, selezionato, qualificato o controllato.

**9. Dati di individuazione catastale ed amministrativa:** riempire con l'informazione richiesta.

**10. Descrizione della stazione:**

**10.1** indicare le **coordinate geografiche** medie (gradi, minuti) per fonti di semi, soprassuoli ed aree di raccolta, per i tipi successivi è necessario più dettaglio (gradi, minuti, secondi). Non usare, in questo caso, come riferimento il meridiano di Monte Mario, per evitare difficoltà di comunicazione con il registro presso la CE. Si ricorda che la longitudine geografica di Monte Mario, qualora occorresse fare trasformazioni, è 12° 27' 08".

Per maggior dettaglio si devono fornire anche le coordinate desumibili dalle cartografie regionali: esempio scale 1:25 000 e/o 1:10.000.

Per fonti di seme, soprassuoli, aree di raccolta,

indicare il campo di variazione dell'altitudine in cui si collocano queste popolazioni.

**10.2 Clima:** si deve far riferimento alla stazione più vicina per altitudine e possibilmente con la stessa esposizione, altrimenti è necessario aggiungere ai dati reali una stima ottenuta con appropriati fattori di correzione in funzione di altitudine ed esposizione.

Fornire anche indicazioni sul regime pluviotermico fornendo medie termo-pluviografiche mensili calcolate sugli ultimi 30 anni ed un grafico, con il metodo di Walter e Lieth, derivato da queste.

Riempire tutte le voci descrittive richieste.

**10.3 Terreno:** fornire tutte e indicazioni richieste.

**11. Descrizione della Fonte di Semi:** del Soprassuolo o dell'Area di raccolta: se trattasi di formazioni forestali più estese di 5 ha, basarsi su osservazioni tratte da almeno 4 aree di saggio rappresentative delle diverse eventuali situazioni all'interno della popolazione, altrimenti impiegarne due. Se la popolazione è frazionata, ogni frazione va esaminata con tante aree di saggio necessarie in relazione alla superficie.

- Formazione forestale: fornire indicazioni sulla forma di governo, se possibile di trattamento e sul tipo forestale,

- Composizione del soprassuolo: facendo riferimento alle aree di saggio;

- Composizione del sottobosco: facendo riferimento alle aree di saggio.

**11.1 Zona Fitoclimatica** (Pavari): indicare la zona fitoclimatica in cui il materiale di base vegeta. E' comunque un'indicazione di immediata comprensione.

**11.2** Riempire tutte le voci necessarie, come richiesto dalla scheda.

**11.3 Notizie sulla produzione e raccolta del seme:** fornire informazioni sull'andamento di eventuali cicli di pasciona e sulla produttività di frutti, della germinabilità dei semi e della qualità.

**12. Disciplinare di Gestione:** per i criteri a cui attenersi (capitolo 2.1.2.3)

**13. Bibliografia ed altre notizie sulla popolazione:** fornire tutta l'informazione bibliografica disponibile sul materiale di base di cui si propone l'iscrizione, soprattutto quella a supporto delle motivazioni fornite per la richiesta di iscrizione al LRMB.

- AA. VV. (CISDAM), 2001 - **Action Plan, Progetto LIFE, Tutela di habitat con abete bianco nei SIC dell'Appennino centro-meridionale (2<sup>a</sup> fase).** LIFE99NAT/IT/6260. WWF Italia - Onlus, Commissione Europea, Ed. Cogecstre: 128 p.
- ALPI A., 1994 - **Meccanismi fondamentali per la vita delle piante.** Accademia dei Georgofili. Giornate di studio sul "Global change" Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale Roma 15 ottobre 1993. p.:47-56.
- AZZI A., 1994 - **Biodiversità e patrimonio forestale: alcune considerazioni sulla situazione italiana.** Cellulosa e carta XLV (2):40-42.
- BARNER H., OLESEN K., WELLENDORF H., 1988 - **Classification and Selection of Seed Sources.** Lecture Note No. B.1. Danida Forest Seed Center, Humlaback: 33 p.
- BARNER H., WILLAN R.L., 1995 - **Seed Collection Units :1. Seed Zones.** Danida Forest Seed Centre, Humlaback, DK, Technical Note n°. 16 : 36 p.
- BATTAGLINO G., 2002 - **Le Biotecnologie in campo agricolo.** Notiziario Risorse Genetiche Vegetali, anno II, 3: 1 - 5.
- BEHM A., BEECKER A., DOERFLINGER A., FRANKE A., KLEINSCHMIT J., MELCHIOR G. H., MUHS H.-J., SCHMITT H. P., STEPHAN B. R., TABEL U., WEISGERBER H., WIDMAIER TH., 1997 - **Concept for the Conservation of Forest Genetic resources in the Federal Republic of Germany.** *Silvae Genetica*, 46, 1: 24 - 34.
- BELLETTI P., MONTELEONE I., 2002. **La biodiversità.** In: Caratterizzazione genetica in popolazioni forestali della Lombardia (Regione Lombardia, Azienda Regionale delle Foreste ed.), Milano: 7 - 10.
- BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), 1998 - **Rules Governing Forest Reproductive Material in Germany.** Bonn: 57 p.
- BOLYARD M.G., HAJELA K., STICKLEN M.B., 1991 - **Microprojectile and Agrobacterium-mediated transformation of pioneer elm.** *J. of Arboriculture* 17(2):34 -37
- BOSCHERINI G., VENDRAMIN G.G., 1992. **Marcatori molecolari nella genetica di popolazioni degli alberi forestali.** In: Metodologie innovative per l'analisi genetica (Associazione Genetica Italiana, Società Italiana di Genetica Agraria eds.), Cortina: 69 -115.
- BREITENBACH-DORFER M., KONNERT M., PINSKER W., STARLINGER F., GEBUREK T., 1997 - **The contact zone between two migration routes of silver fir, *Abies alba* (Pinaceae), revealed by allozyme studies.** *Pl. Syst. Evol.* 206: 259 - 272.
- BROWN A. H. D., 2000. **The genetic structure of crop land-races and the challenge to conserve them in situ on farms.** In: Genes in the field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. Ed. S. B. Brush. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA: 29 - 48.
- BURDON R. D., 1977 - **Genetic Correlation as a Concept for studying Genotype-Environment Interaction in Forest Tree Breeding.** *Silvae Genetica*, 26: 168 - 175.
- CALVO E., DUCCI E, SARTORI F., 2000. **Diversità bioecologica e gestione di piccole popolazioni di *Quercus robur* L..** Atti II Congr.1999 SISEF, Ed. Avenue Media, Bologna: 235 - 242.
- CAVALLI-SFORZA L. L., BODMER W. F., 1971 - **The Genetics of Human Populations.** W. H. Freeman and C., S. Francisco: 399 p.
- CEMAGREF, 1991 - **Amélioration des essences forestières, matériels contrôlés et sélectionnés - Conseils d'utilisation.** Paris.

COLLETTI L., 2001 - Risultati dell'applicazione del regolamento CEE 2080/92 in Italia. Sherwood, Arezzo, 70: 23 - 31.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 2002a - Regolamento (CE) N. 1597/2002 della Commissione del 6 settembre 2002, recante modalità di applicazione della direttiva 1999/105/CE del Consiglio per quanto riguarda la presentazione degli elenchi nazionali dei materiali di base per la produzione di materiali forestali di moltiplicazione. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, L 242 del 07.09.02: 34 - 38.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 2002b - Regolamento (CE) N. 1598/2002 della Commissione del 6 settembre 2002, recante modalità di applicazione della direttiva 1999/105/CE del Consiglio per quanto riguarda la prestazione di assistenza amministrativa reciproca da parte di organismi ufficiali degli Stati membri. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, L 242 del 07.09.02: 39 - 42.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 2002c - Regolamento (CE) N. 1602/2002 della Commissione del 9 settembre 2002, recante modalità di applicazione della direttiva 1999/105/CE del Consiglio per quanto riguarda l'autorizzazione di uno Stato membro a vietare la commercializzazione all'utilizzatore finale di determinati materiali forestali di moltiplicazione. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, L 242 del 10.09.02: 18 - 20.

COMMISSIONE EUROPEA, 1998. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo sulla strategia Forestale dell'Unione Europea. N. 649 del 3.11.98: 26 p.

CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA, 2000 - Direttiva europea 1999/105/CE del 22 dicembre 1999, relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione". Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L 011 del 15/01/2000: 17 - 40.

CONSIGLIO DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 1990 - Direttiva del Consiglio del 23.04.1990 sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati.

CONSIGLIO DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 2001 - Direttiva del Consiglio del 12.03.2001 sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati e che abroga la direttiva 1990/220/CE del Consiglio - Dichiarazione della Commissione, Gazzetta Ufficiale n.L106 del 17.04.2001: 1 - 39..

CROW GF, KIMURA M, 1979. An introduction to population genetics theory. Harper and Row, New York, Evaston, London.

DANDEKAR A.M., MCGRANAHAN G.H., JAMES D.J., 1993 - Woody Plants: sources of germ plasm. In Transgenic plants, v. 2: 129-151.

DE ROGATIS A., FABBRI E, 1998 - Rigenerazione in vitro di germogli da embrione immaturo di *Prunus avium* L. Secondo contributo. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, 28 (1997): 3 - 8.

DUCCI E, 1989 - Noce e ciliegio da legno: esame della produzione vivaistica nell'Appennino centro - settentrionale. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, XVIII (1987): 175 - 212.

DUCCI E, 1994 - I. Sintesi dell'attuale legislazione relativa al commercio ed alla distribuzione del materiale di propagazione forestale destinato al rimboschimento ed alla arboricoltura da legno. Note di informazione sulla ricerca forestale, anno IV, (2 - dicembre): 5-8.

DUCCI E, 1999a - Alcune considerazioni relative all'inserimento di specie arboree nell'allegato "A" della legge 269/73. Sherwood: 21 - 23.

DUCCI E, 1999b - Conservazione ed utilizzazione delle risorse genetiche forestali in

Italia. Notiziario Risorse genetiche Vegetali. MIPAF, Ist. Sper. Frutticoltura, Roma: 2 - 7.

DUCCI F., DE ROGATIS A., PROIETTI R., 1995 - II. Il Libro Nazionale dei Boschi da Seme (Legge 269/1973), prospettive future. Note di Informazione sulla Ricerca Forestale, anno V (1 - ottobre): 4 - 7.

DUCCI F., DE ROGATIS A., PROIETTI R., 1997 - Protezione delle risorse genetiche di *Juglans regia* L.. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, vol. XXV-XXVI (1994-1995): 35 - 55.

DUCCI F., FABBIO G., MANETTI M.C., PIUSSI P., MOTTA R., TOSI V., 1999b - Forestry related research in the Italian forest reserves. J. Parviainen, D. Little, M. Doyle, A.O'Sullivan, M. Kettunen, M. Korhonen (ed.s.), EFI Proceedings n.16:163 - 175.

DUCCI F., MALTONI A., TANI A., 2001 - La raccolta del seme di specie forestali. Sherwood, n.70: 57 - 62.

DUCCI F., PROIETTI R., 1998 - Aspetti genetici delle risorse di abete bianco (*Abies alba* Mill.) nel comprensorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, 28 (1997): 54 - 63.

DUCCI F., PROIETTI R., 2002 - Farnia e Rovere. In: Caratterizzazione genetica di popolazioni forestali della Lombardia. Quaderni di Ricerca e Sperimentazione, Regione Lombardia (ARF): 13 -33.

DUCCI F., PROIETTI R., FAVRE J. M. - 1998 - Le genre *Abies* en Italie: écologie générale, gestion sylvicole et ressources génétiques. Forêt Méditerranéenne, 2.

DUCCI F., PROIETTI R., FAVRE J. M., 1999a - Allozyme assessment of genetic diversity within the relic Sicilian fir *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei. Ann. For. Sci., INRA/Elsevier, Paris, 56: 345 - 355.

DUCCI F., SANTI F., 1997 - The distribution

of clones in managed and un-managed populations of wild cherry. Canad. Journ. For. Res., 27: 1998 - 2004.

DUCCI F., TOCCI A., 1978 - Prove di radiazione di talee provenienti da piante mature di *Pseudotsuga menziesii*. Ann. Ist. Sperim. Selvic., Arezzo, IX: 37 - 70.

DUCCI F., TOCCI A., 1987 - Primi risultati della sperimentazione IUFRO/ 1969 - 1970 su *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco nell'Appennino centro-settentrionale. Ann. Ist. Sperim. Selv., Arezzo Vol. XVIII: 215 - 289.

ERIKSSON G., NAMKOONG G., ROBERDS J. H., 1993. Dynamic gene conservation for uncertain futures. Forest Ecology and Management : 15-37.

FALINSKI J.B., MORTIMER E., 1996 - Biodiversité et gestion durable des forêts en Europe. Rev. For. XLVIII n. sp. 1996. p.: 89 - 115.

F.A.O., 1980 - Forest Tree Improvement. FAO Forestry Paper, Rome, No. 20: 271 p.

FAO, 1989 - Plant genetic resources: their conservation in situ for human use. FAO/Unesco UNEP/IUCN. FAO, Rome: 38 pp.

FAO, 1993a - Conservation of genetic resources in tropical forest management: principles and concepts. FAO Forestry Paper 107. Based on the work of R.H. Kemp, with scientific review by G. Namkoong and F. Wadsworth. FAO, Rome: 105 pp.

FAO, 1993b - Ex situ storage of seeds, pollen, and in vitro cultures of perennial woody species. Forestry Paper 113. FAO, Rome.

FAO, 1997a - Conservation and Sustainable Utilisation of Forest Genetic Resources. COFO-97/5. 13th session of the Committee

- on Forestry. Rome 10-13 March 1997. FAO, Rome.
- FAO, 1997b - **Report on the Tenth Session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources.** FAO/ FGR/ Rep.10. FAO, Rome: 68 pp.
- FAO, 1999 - **State of the World's Forests 1999.** FAO, Rome. 153pp.
- FAO, DFSC, IPGRI, 2001 - **Forest Genetic Resources Conservation and Management: in managed natural forests and protected areas (in situ).** Vol. 2. ed. IPGRI, Rome: 87 p.
- FAULKNER R., 1975 - **Seed Orchards.** For. Comm. bull., n.54.
- FLADUNG M, 1999 - **Transgenic trees for a better World?** - In: Biofor99 - International Congress "Application of biotechnology to forest genetics". Vitoria-Gasteiz, 22-25 September, Spain: 339-345.
- FRANKEL O.H., BROWN A. H. D., BURDON J. J., 1995 - **The Conservation of Plant Biodiversity.** Cambridge University Press.
- GIUNTA REGIONALE DELLA TOSCANA, 2000 - **Legge Regionale 6 aprile 2000 n.53 - Disciplina regionale in materia di organismi geneticamente modificati (OGM).** Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 17 del 17-04.2000.
- GLAUBITZ J. C., MORAN G. F., 2000 - **Genetic Tools: The Use of Biochemical and Molecular Markers.**  
In: **Forest Conservation Genetics** (A Young, D. Boshier, T. Boyle eds.), CSIRO Publishing, Collingwood, Australia: 39-62.
- GONZÁLEZ-CANDELA F., PALACIOS C., 1995. **Analysing molecular data for studies of genetic diversity. Molecular genetic techniques for plant genetic resources.** Report of an IPGRI Workshop, 9-11 October 1995, Rome. IPGRI, Rome: 55 - 81.
- GRANHOF J., 1991 - **Mass Production of Improved Material (2) - Seed Orchards.** Lecture note no. D-8, Danida Forest Seed Centre, Humlabaek: 28 p.
- GRAUDAL L., KJAER E., THOMSEN A., LARSEN A. B., 1997 - **Planning national Programmes for Conservation of Forest Genetic Resources.** Danida Forest Seed Centre, Humlabaek, DK, Technical Note n°. 48: 58 p.
- GULDAGER P., 1975 - **Ex situ Conservation stands in the tropics.** In : The methodology of conservation of forest genetic resources, report on a Pilot Study. FAO, Rome, FO: MISC/75/8: 85 - 92.
- HAINES R., 1994 - **Genetic Engineering.** In **Biotechnology in forest tree improvement.** FAO Forestry Paper
- HAMMATT N, RUSSELLK, TOBUTT KR, 1999 - **Releasing wild cherry clones to the UK forestry industry - The challenge.** In: **Forest Biotechnology '99 - Joint meeting of: The International Wood Biotechnology Symposium and IUFRO Working Party 2.04-06 Molecular Genetics of Trees.** Keble College University of Oxford, Oxford, July 11-16 1999, United Kingdom
- HARTMANN H. T., KESTER D. E., 1965 - **Propagazione delle piante.** Ed agricole, Bologna: 555 p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, ISTA 1999 - **International rules for seed testing association, rules 1999.** Seed Science and Technology 27 (supplemento). J.R.C., EUROPEAN JOINT RESEARCH CENTRE, 2001 - **Legenda della Carta Ecopedologica d'Italia:** 41.
- JARVIS D. I., MYER L., KLEMICK H., GUARINO L., SMALE M., BROWN A. H. D., SADIKI M., STHAPIT B., HODGKIN T,

2000. **A Training Guide for In situ Conservation on Farm.** Version 1. IPGRI, Rome: 160 p.

KARP A., KRESOVICH S., BHAT K. V., AYAD W. G., HODGKIN T., 1997 - **Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies.** IPGRI Technical Bulletin No. 2, Rome: 47 p.

KEIDING H., 1991 - **Gene Conservation and Tree Improvement.** Lecture Note no. D-9. DANIDA For. Seed Centre, Humlabaek, Denmark: 18 p.

KEMP R. H., 1992 - **The conservation of genetic resources in managed tropical forests.** *Unasylya* 3 (169): 34-40.

KEMP R. H., PALMBERG-LERCHE C., 1994 - **Conserving genetic resources in forest ecosystems. The Challenge of Sustainable Forest Management.** FAO, Rome. FAO Forestry Paper 122: 101-117.

KLEINSCHMIT J., STEPHAN R., DUCCI F., ROTACH P., CSABA M., 1999 - **Inventories of noble hardwoods genetic resources.** J. Turok, J. Jensen, Ch. Palmberg-Lerche, M. Rusanen, K. Russell, S. de Vries and E. Lipman, compilers, Rome. Third meeting report, 13-16.06.1998, Sagadi, Estonia, IPGRI/Euforgen/Noble Hardwoods Network: 92 - 97.

LEE S. J., SAMUEL C. J. A., DUCCI F., 1994 - **Selvicoltura e miglioramento genetico degli alberi forestali in Gran Bretagna.** *Monti e Boschi*, Bologna, n. 3: 27 - 34.

MAGINI E., 1976 - **Metodi di miglioramento delle piante forestali.** Clusf ed., Firenze: 52 + III p.

MARKERT C. L., MOLLER E., 1959 - **Multiple forms of enzymes: tissue, ontogenetic and species specific patterns.** *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 45: 753-863.

MITTEMPERGER L., FAGNANI A., FERRINI F., D'AGOSTINO G., 1996 - **II punto sulla grafiosi dell'Olmo.** *Sherwood, Foreste ed alberi oggi*, 2 (11): 15 - 20.

MORANDINI R., 1968 - **Studi e ricerche di genetica forestale.** *Pubbl. dell' Ist. Sper. Selv.*, Arezzo, No. 15: 73 p.

MORANDINI R., MAGINI E., 1975. **Il materiale forestale di propagazione in Italia.** Collana Verde, Roma: 197 p.

NAMKOONG G., 1986. **Genetics and the forests of the future.** *Unasylya* 38 (152): 2 - 18.

NANSON A., 1999 - **The New OECD Scheme - for the Certification of Forest Reproductive Materials.** Paper produced in the frame of the EU/DGXII/FAIR/EUDIREC, subtask 43, Gembloux: 12 p.

NEI M., 1975 - **Analysis of gene diversity in subdivided populations.** *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 70: 3321-3323.

NEI M., 1978 - **Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals.** *Genetics* 89: 583-590. no.118, Rome: 81 - 108.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2000. **OECD Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade.** *Doc. AGR/CA/F(2000)6*, 95341, Paris: 43 p.

OUEDRAOGO A. S., 1997 - **Conservation and use of forest genetic resources.** Position Paper, Session 8. *Proc. XI World Forestry Congress*, 13-22 October 1997, Antalya (Turkey). Ministry of Forestry, Ankara, Turkey. *Voi.* 2: 173-188.

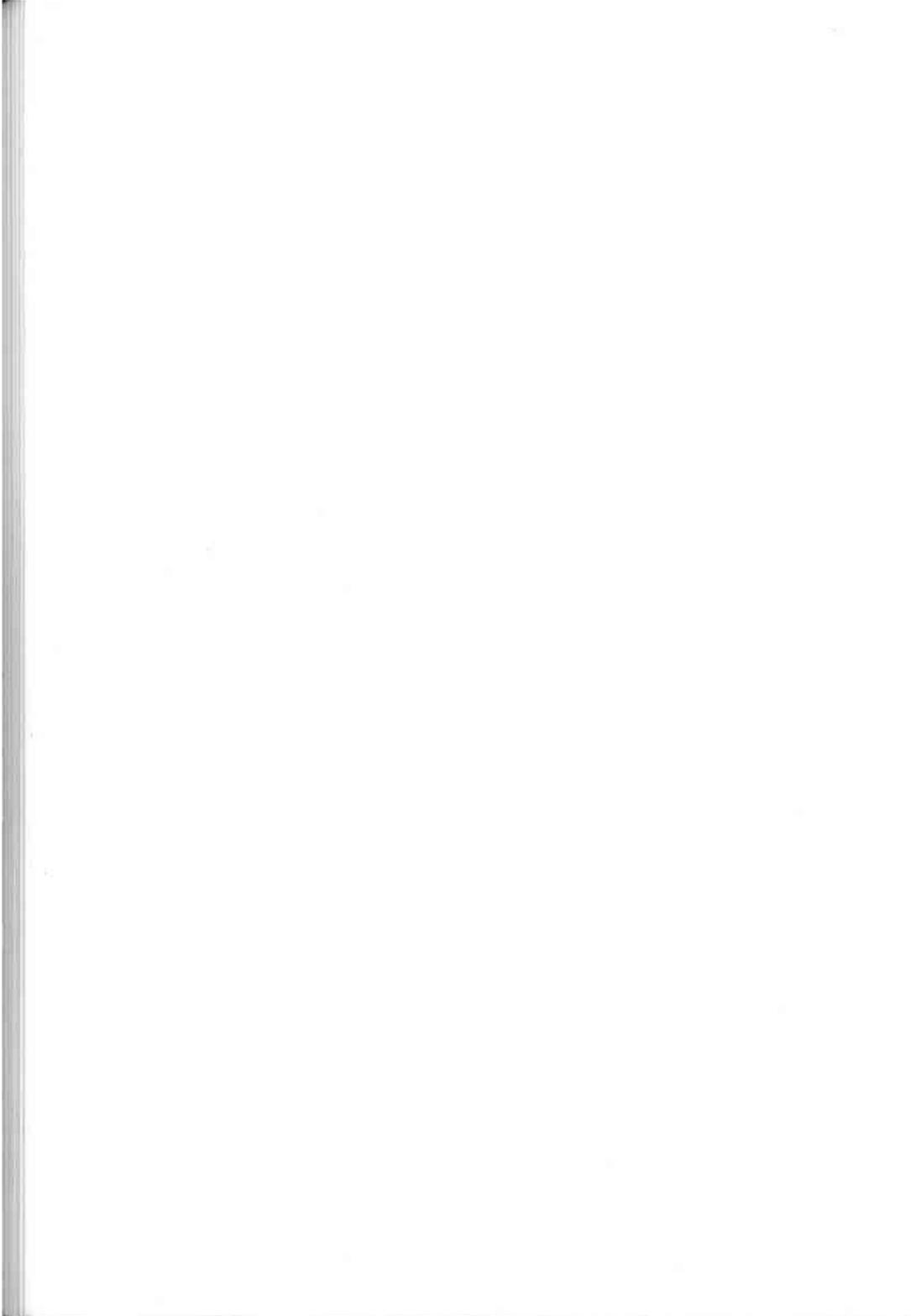
PALMBERG-LERCHE C., 1994 - **International Programmes for the**

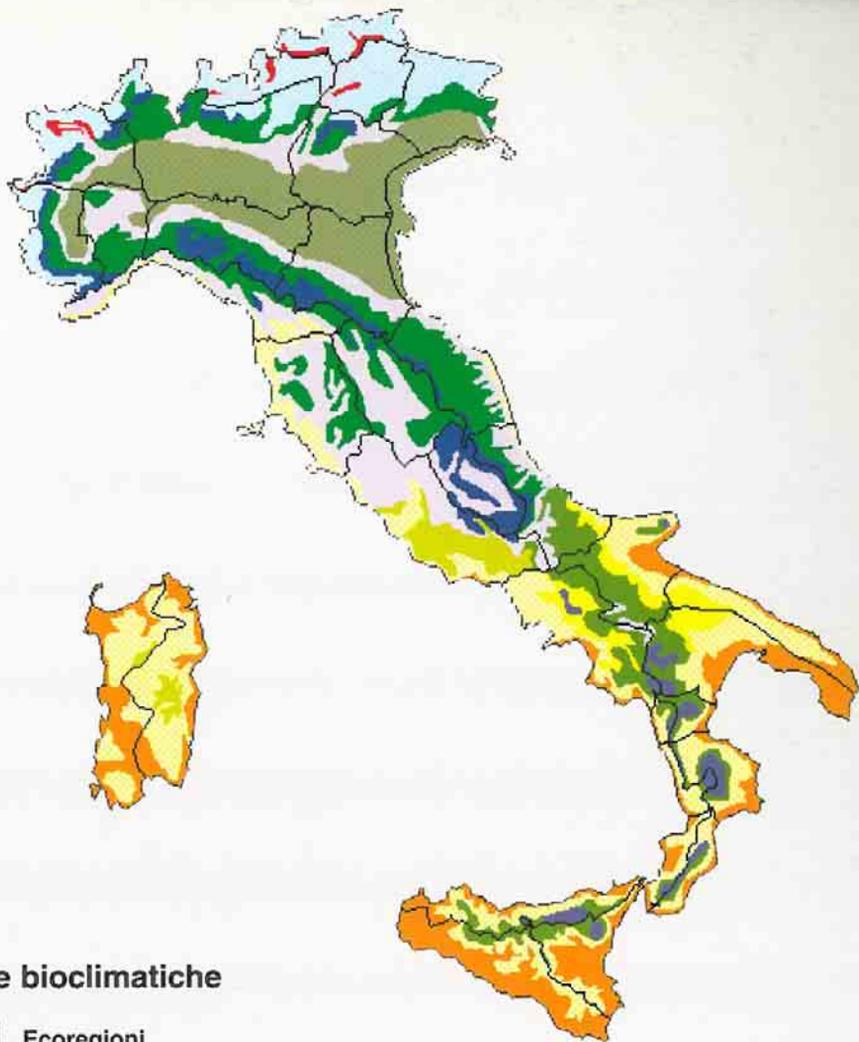
- Conservation of Forest Genetic Resources. In: R.M. Drysdale, E. E. T. John & A.C. Yap (Eds) Proc. International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Seed. Chiang Mai, Thailand 14 - 16 June 1993, ASEAN/Canada Forest Tree Seed Centre: 78 - 101.
- PALMBERG-LERCHE C., 1999 - Conservation and management of forest genetic resources. Journal of Tropical Forestry Research 11(1): 286 - 302.
- PALMBERG-LERCHE C., HALD S., 2000 - Management of forest genetic resources: status and challenges. Unasylva - October 2000.
- PARDUCCI L., SZMIDT A. E., 1999 - PCR-RFLP analysis of cpDNA in the genus *Abies*. Theor. Appl. Genet., 98: 802 - 808.
- PARDUCCI L., SZMIDT A. E., VILLANI F., WANG X. CHERUBINI M., 1996 - Genetic variation of *Abies alba* in Italy. Hereditas 125: 11 - 18.
- PAVARI A., MORANDINI R., 1951 - Esperienze ed indagini sulle provenienze e razze dell'abete bianco (*Abies alba* Mill.). Pubbl. Staz. Sper. Selvic., Firenze, 8: 96 p.
- PÈ M. E., 1992 - Nuove tecnologie e loro utilizzazione per la costruzione di mappe genetiche. In: Metodologie innovative per l'analisi genetica (Associazione Genetica Italiana, Società Italiana di Genetica Agraria eds.), Cortina: 7-23.
- PIGNATTI S., 1995 - Il ripopolamento forestale nel post-glaciale. In "Selvicoltura speciale" di G. Bernetti ed. UTET. p.: 8-13.
- RADDI P., PANCONESI A., XENOPOULOS S., FERRANDÈS P., ANDRÉOLI C., 1990 - Genetic improvement for resistance to canker disease. In Progress in EEC research on cypress diseases. Ponchet Ed. CEC Report EUR 12493: 127 - 136.
- ROCHE L. (Ed.), 1978 - The methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. Report on a Pilot Study. FO/MISC/75/8, FAO/UNEP, Rome.
- ROOK D. A. (ed.), 1992 - Super Sitka for the 90s. Forestry Commission, bull. 103: 75 p.
- SCOSSIROLI R. E., 1986 - Genetica Agraria. Edagricole, Bologna: 254 - 288.
- SHANI Z, SHPIGEL E, DEKER M, ROIZ L, SHOSEYOV O, 1999 - Increasing Polysaccharide biosynthesis via expression of cellulose binding domain (CBD) in transgenic plants. In: Forest Biotechnology '99 - Joint meeting of: The International Wood Biotechnology Symposium and IUFRO Working Party 2.04-06 Molecular Genetics of Trees. Keble College University of Oxford, Oxford, July 11-16 1999, United Kingdom.
- SIGAUD P., PALMBERG-LERCHE C., HALD S., 2000 - International action in the management of forest genetic resources: status and challenges. Invited paper to Sub-Plenary Session A3. XXIIUFRO World Congress, August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia: 7-12.
- SOLBRIG O. T., 1980 - Demography and Evolution in Plant Populations. Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles, Botanical Monographs, 15: 67 - 87.
- SOTO A., ALLONA I., COLLADA C., GUEVARA M. A., CASADO R., RODRIGUEZ-CEREZO E., ARAGONCILLO C., GOMEZ L., 1999 - Molecular chaperones and stress tolerance in Castanea sativa (European chestnut). In: Biofor99 - International Congress "Application of biotechnology to forest genetics". Vitoria-Gasteiz, 22-25 September, Spain: 397-401.
- STRAUSS S. H., ROTTMANN W. H., BRUNNER A. M., SHEPPAR L. A., 1995 - Genetic engineering of reproductive sterility in forest trees. Mol. Bred. 1: 5-26.

- TEISSIER DU CROS E. (Ed.), 2001 – **Forest Genetic Resources Management and conservation: France as a case study**. Ministry of Agriculture and Fisheries, Bureau of Genetic Resources, INRA DIC, Paris: 60 p.
- THOMPSON L., THEILADE I., 2001 – **Protected Areas and their Role in Conservation of Forest Genetic Resources. Forest genetic resources conservation and management**. In: Managed natural forests and protected areas, FAO, DFSC, IPGRI. IPGRI, Rome: 45 – 65.
- TOMASELLI R., 1973 - **La vegetazione forestale d'Italia**. CFS, Collana Verde 33, Roma: 1-64.
- TOMASELLI R., BALDUZZI A., FILIPELLO S., 1973 - **Carta bioclimatica d'Italia**.
- TSAI C. J., HARDING S. A., HU W. J., LUNG J., POPKO J. L., CHIANG V. L., 1999 – **Enhanced growth and cellulose accumulation in lignin-reduced transgenic aspen with down-regulated 4-coumarate: CoA ligase**. In: Forest Biotechnology '99 - Joint meeting of: The International Wood Biotechnology Symposium and IUFRO Working Party 2.04-06 Molecular Genetics of Trees. Keble College University of Oxford, Oxford, July 11-16 1999, United Kingdom.
- TZFIRA T., YARNITZKY O., VAINSTEIN A., ALTMAN A., 1996 – **Agrobacterium rhizogenes-mediated DNA transfer in *Pinus halepensis* Mill.** Plant Cell Report 16:26-31.
- VICARIO F., VENDRAMIN G. G., ROSSI P., LIÒ P., GIANNINI R., 1995 – **Allozyme, chloroplast DNA and RAPD markers for determining genetic relationships between *Abies alba* and the relic population of *Abies nebrodensis***. Theor. Appl. Genet, 90: 1012 – 1018.
- WALTER C., 1999 – **Genetic transformation on forest tree species. State of the art and future challenges**. In: Biofor99 - International Congress "Application of biotechnology to forest genetics". Vitoria-Gasteiz, 22-25 September, Spain: 331-338.
- WEIR B. S., COCKERHAM C. C., 1984. **Estimating F-statistics for the analysis of population structure**. Evolution 38: 1358-1370.
- WRIGHT J. W., 1976 – **Introduction to Forest Genetics**. Acad. Press, Inc., N.Y.: 463 p.
- ZHU L. H., WELANDER M., 1999 – **Regeneration and transformation of the dwarfing pear rootstock BP10030 with the RolB gene**. In: Biofor99 - International Congress "Application of biotechnology to forest genetics". Vitoria-Gasteiz, 22-25 September, Spain: 368-371.
- ZOBEL B. J., TALBERT J. T., 1984 – **Applied Forest Tree Improvement**. John Wiley & Sons, N.Y.: 505 p.









## Zone bioclimatiche

 **Ecoregioni**

- |  |  |
|--|--|
|  | <b>1</b> <b>Zona termomediterranea</b> (massima durata del periodo di aridità)             |
|  | <b>2</b> <b>Zona mesomediterranea</b>  |
|  | <b>3</b> (sottozone differenziate  |
|  | <b>4</b> in base allalonghezza   |
|  | <b>5</b> del periodo di aridità)   |
|  | <b>6</b> <b>Zona submediterranea</b> (meno di 2 mesi di aridità)                           |
|  | <b>7</b> <b>Zona oroixerotera</b> (clima montano mediterraneo)                             |
|  | <b>8</b> <b>Zona mesoxerica</b> (senza aridità, sottozone differenziate                    |
|  | <b>9</b> in base alla periodicità  |
|  | <b>10</b> della stagione umida)  |
|  | <b>11</b> <b>Zona axerica</b> (senza aridità, con 3-4 mesi di gelo                         |
|  | <b>12</b> e precipitazioni variabili per sottozona)  |
|  | <b>13</b> <b>Zona igrotera fredda e molto fredda</b> (senza aridità, con 4-5 mesi di gelo) |



**PIERO BELLETTI**  
*Università degli Studi di Torino*  
*DIVAPRA Genetica Agraria*  
 E-mail [piero.belletti@unito.it](mailto:piero.belletti@unito.it)



**IGNAZIO MONTELEONE**  
*Università degli Studi di Torino*  
*DIVAPRA Genetica Agraria*  
 E-mail [ignazio.monteleone@unito.it](mailto:ignazio.monteleone@unito.it)



**STEFANO BISOFFI**  
*Istituto di Sperimentazione per la*  
*Pioppicoltura di Casale Monferrato (AL)*  
 E-mail [bisoffi@populus.it](mailto:bisoffi@populus.it)



**CHRISTEL PALMBERG-LERCHE**  
*Forest Resource Division*  
*Forestry Department, FAO - Roma*  
 E-mail [christel.palmberg@tiscali.it](mailto:christel.palmberg@tiscali.it)



**ANNA DE ROGATIS**  
*Istituto Sperimentale per la*  
*Selvicoltura di Arezzo*  
 E-mail [aderogatis@ricercaforestale.it](mailto:aderogatis@ricercaforestale.it)



**GIUSEPPE PIGNATTI**  
*Istituto Sperimentale*  
*per la Meccanizzazione Agricola*  
*Monterotondo - Roma*  
 E-mail [giuseppe.pignatti@ingegnereagricole.it](mailto:giuseppe.pignatti@ingegnereagricole.it)



**FULVIO DUCCI**  
*Istituto Sperimentale per la*  
*Selvicoltura di Arezzo*  
 E-mail [ducci.fulvio@ricercaforestale.it](mailto:ducci.fulvio@ricercaforestale.it)



**BETI PIOTTO**  
*Agenzia per la Protezione*  
*dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici*  
*Roma*  
 E-mail [piotto@apat.it](mailto:piotto@apat.it)



**ELISABETTA FALLERI**  
*Università degli Studi di Firenze*  
*DISTAF*  
 E-mail [efalle@tin.it](mailto:efalle@tin.it)



**ROBERTA PROIETTI**  
*Istituto Sperimentale per la*  
*Selvicoltura di Arezzo - ISS*  
 E-mail [proietti@ricercaforestale.it](mailto:proietti@ricercaforestale.it)



**FABIO GORIAN**  
*Centro Nazionale per lo Studio*  
*e la Conservazione Forestale*  
*di Peri (VR) - CFS*  
 E-mail [f.gorian@corpoforestale.it](mailto:f.gorian@corpoforestale.it)



**ILSE STROHSCHNEIDER**  
*Institut für Waldbau*  
*Forstliches Vermehrungsgut*  
*Vienna - Austria*  
 E-mail [ilse.strohschneider@fbva.bmf.gv.at](mailto:ilse.strohschneider@fbva.bmf.gv.at)



**ALBERTO MALTONI**  
*Università degli Studi di Firenze*  
*DISTAF*  
 E-mail [seg.dip@distaf.unifi.it](mailto:seg.dip@distaf.unifi.it)



**ANDREA TANI**  
*Università degli Studi di Firenze*  
*DISTAF*  
 E-mail [andrea.tani@unifi.it](mailto:andrea.tani@unifi.it)



**BARBARA MARIOTTI**  
*Università degli Studi di Firenze*  
*DISTAF*  
 E-mail [seg.dip@distaf.unifi.it](mailto:seg.dip@distaf.unifi.it)



**ALBERTO VERACINI**  
*Corpo Forestale dello Stato - Arezzo*  
 E-mail [cp.arezzo@corpoforestale.it](mailto:cp.arezzo@corpoforestale.it)